



EESTI MAAÜLIKOOL
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Mailis Vinogradov

**VAARIKA SORDIARETUSE SUUNDUMUSED JA VALITUD
SEEMIKUTE VÕRDLEV HINDAMINE**

**TENDENCIES OF RASPBERRY BREEDING AND
COMPARATIVE EVALUATION OF SELECTED SEEDLINGS**

Magistritöö
Aianduse õppekava

Juhendajad: vanemteadur Ave Kikas, *PhD*,
teadur Liina Arus, *PhD*

Tartu 2019

LÜHIKOKKUVÕTE

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Magistritöö lühikokkuvõte	
Autor: Mailis Vinogradov		Õppekava: Aiandus	
Pealkiri: Vaarika sordiaretuse suundumused ja valitud seemikute võrdlev hindamine			
Lehekülgi: 67	Jooniseid: 21	Tabeleid: 3	Lisasid: 2
Osakond: Põllumajandus- ja keskkonnainstituut Uurimisvaldkond: Marjakasvatus Juhendaja(d): PhD Ave Kikas, PhD Liina Arus Kaitsmiskoht ja aasta: Tartu, 2019			
<p>Maailmas on üleüldisteks vaarika sordiaretuse suundumusteks sortide hea saagikus ja vastupidavus haigustele ja kahjuritele, suured ja hea käitluskindlusega kvaliteetsed viljad, sobivus masinkoristuseks ja tunnelis kasvatamiseks. Kõige olulisemaks vaarika sordiaretusprogrammi eesmärgiks Eestis on hea vastupidavus talvele. Samas kehtivad kõik maailmas oluliseks peetavad suundumused ka siin, nii haigustele ja kahjuritele vastupidavus, kui suur ja kvaliteetne saak ja kaugemale vaadates ka masinkorjeks ja kiletunnelis kasvatamiseks sobivate sortide saamine.</p> <p>Magistritöö eesmärk oli anda ülevaade vaarika sordiaretuse suundumustest ja võrrelda vaarika kahe ristamiskombinatsiooni valitud seemikuid fenoloogiliste ja majanduslike omaduste ning biokeemilise koostise alusel.</p> <p>Katse viidi läbi 2018. aastal Viljandimaal EMÜ Polli aiandusuuringute keskses, katsevariantideks olid kontrollsordid 'Aita' ja 'Novokitaivska' ning valitud seemikud GA1, GA2, GA3, I1, I2 ja I3. Läbi viidi fenoloogilised vaatlused (õitsemise algus, viljade valmimise algus ja lõpp), talvekahjustuse ulatus ja varrehaigustesse haigestumise vaatlus ning hinnati majanduslike näitajaid (keskmise ja suurim vilja mass, saagikus), määrati viljade toitainete sisaldus.</p> <p>2018. aastal läbi viidud katsest selgus, et kaks valitud seemikut I2 ja I3 on heade majanduslik-bioloogiliste omadustega: suurte viljadega, hea vastupidavusega talvele ja varrehaigustele, kõrge rakumahla kuivaine sisaldusega, kõrge rakumahla kuivaine ja tiitritavate hapete suhtarvuga ning kõrge polüfenoolide sisaldusega. Valitud seemikutega jätkatakse vaatlusandmete kogumist, et selgitada välja heade omaduste püsivus.</p>			
Märksõnad: <i>Rubus idaeus</i> , vaarikas, sordiaretus, valitud seemikud			

ABSTRACT

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Masters's Thesis	
Author: Mailis Vinogradov		Specialty: Hortonomy	
Title: Tendencies of raspberry breeding and comparative evaluation of selected seedlings			
Pages: 67	Figures: 21	Tables: 3	Appendixes: 2
Department: Institute of Agricultural and Environmental Sciences Field of research: Soft fruit cultivation Supervisors: PhD Ave Kikas, PhD Liina Arus Place and date: Tartu, 2019			
<p>The main breeding objectives in raspberry breeding over the world are high yield, resistance to pests and diseases, large fruit size, high-quality fruits, suitability to machine harvest and growing in high tunnels. On the contrary, in Estonia the most important trait of raspberry breeding is low susceptibility to cold and warm temperature fluctuatuions from winter to early spring. Also above mentioned objectives are applied for raspberry breeding programme in Estonia.</p> <p>The aim of the present study was to give an overview of tendencies of raspberry breeding and compare seedlings from two crossed combinations based on phenology, economy and biochemical composition.</p> <p>The experiment was carried out in Viljandi county, Estonian University of Life Sciences Polli Horticultural Research Centre. Standard cultivars ' Aita' and 'Novokitavska' were compared to selected seedlings GA1, GA2, GA3, I1, I2 and I3 based on the phenology, susceptibility to winter frost, susceptibility to cane diseases, economical indicators (average fruit mass, maximum fruit mass, yield) and biochemical composition.</p> <p>As a result, two selected seedlings I2 and I3 had good economical-biological traits as follows: large fruits, low susceptibility to winter frost and low susceptibility to diseases, high content of total soluble solids and high ratio between soluble solids, titratable acids and high ratio of polyphenols. Evaluations will be continued with the selected seedlings for long-term testing to determine which seedlings have good and persistent traits.</p>			
Keywords: <i>Rubus idaeus</i> , raspberry, breeding, selected seedlings			

SISUKORD

SISSEJUHATUS	6
1. VAARIKA KASVUPIND JA TOODANG	8
1.1. Vaarikakasvatus maailmas	8
1.2. Vaarikakasvatus Eestis	9
2. VAARIKA BIOLOOGIA	11
2.1. Vaarika taim ja tema fenoloogia	11
2.2. Talvekindlus	13
2.3. Olulisemad haigused ja kahjurid	13
3. VAARIKA SORDIARETUS	15
3.1. Vaarikasortide ajalooline kujunemine ja aretussuunad	15
3.1.1. Vaarika sordiaretus maailmas	15
3.1.2. Vaarika sordiaretus Eestis	17
3.2. Tähtsamad liigid vaarika sordiaretuses	20
3.3. Sordiaretusmeetodid	22
3.3.1. Klassikaline sordiaretus	22
3.3.2. Kaasaegsed sordiaretusmeetodid	24
4. MATERJALID JA MEETODID	26
4.1. Küsitlus Eestis kasvatatavate vaarikasortide kohta	26
4.2. Katsekoht ja -variandid	26
4.3. Vaatlused ja mõõtmised	30
4.4. Keemilised analüüsid	33
4.5. Katsekoha ilmastikuandmed	35
4.6. Statistiline andmetöötlus	36
5. TULEMUSED	37
5.1. Küsitlus	37
5.2. Fenoloogia	38
5.3. Vilja mass ja saagikus	39
5.4. Kahjustuste esinemine	40
5.5. Biokeemia	41
6. ARUTELU	44

6.1. Fenoloogia	44
6.2. Vilja mass ja saagikus.....	44
6.3. Kahjustuste esinemine	45
6.4. Biokeemia	47
KOKKUVÕTE JA JÄRELDUSED	51
SUMMARY AND CONCLUSIONS	53
KASUTATUD KIRJANDUS	55
LISA 1	65
LISA 2	67

SISSEJUHATUS

Arheoloogid on arvamusel, et vaarikas on üks vanemaid marjakultuure (Parksepp, 1985). Juba kivi- ja pronksiajal oli see Euroopas oluliseks metsamarjaks. Esimesed kirjeldused pärinevad muinaskreeklastelt ja -roomlastelt, vaarikas oli tuntud söödavate viljade ning raviomaduste poolest (Parksepp, 1977; Hendrick, 1925; Wieloch, 1960). Ka eesti kultuuris on vaarikas olulisel kohal, mida näitab paljude rahvapäraste nimetuste olemasolu - vabarn, aavermo, väärakas, vaabakas, vaargas, vaarmari, vaerma, vaherma, varvara, vavverma jt. (Parksepp, 1985). Arvatavasti on harilik vaarikas (*Rubus idaeus*) saanud oma liiginime Kreetal asuva Ida mäe järgi (Parksepp, 1977). IV sajandi vana-roomast pärineb esimene teade vaarika viljelemisest aiataimena (Hendrick, 1925; Wieloch, 1960). Euroopas alustati kultiveerimist 16. sajandil ning esimesed sordid hakkasid levima 18. sajandi lõpus (Libek *et al.*, 2003; Hendrick, 1925). 1914. aastal tunti Eestis 80 vaarikasorti (Libek *et al.*, 2003).

1939/40. aasta külma talve ($-43,5^{\circ}\text{C}$ Jõgeva) ja sõjategevuse tagajärjel hukkusid paljud Eestisse sissetoodud puuvilja- ja marjasordid (Kask, 2010; Parksepp, 1985). See tingis vajaduse sordiurimise, sortide introduktiooni ja paljundamise järele, millega hakkas tegelema Aianduse ja Mesinduse Instituut Pollis. Alates aastast 1945 on Pollis aretatud kokku 114 puuvilja-ja marjasorti. 1952. aastal alustati Pollis vaarika sordiaretusega, mille tulemusena on aretatud 6 sorti (Kask, 2010). Vaarikas on nõudlik kultuur, mille saak on tugevalt mõjutatud kasvuteguritest, negatiivsed kasutingimused pärsivad seda (Parksepp, 1977). Kasvatades sorte, mis on suurte viljade ja saagiga, kuid puuduliku talvekindlusega, pole võimalik saada stabiilset saaki, lisaks võib probleeme valmistada ka vastuvõtlikkus haigustele (Arus *et al.*, 2008; Denes ja Kollanyi, 1999; Palonen ja Junttila, 2002).

Tervise seisukohast lähtuvalt ei saa märkimata jätta vaarika mitmekülgset antioksidantide sisaldust (Kelt *et al.*, 1997). Vaarika viljad sisaldavad, karoteene ja mineraalaineid K, Mg, Fe, P, Ca (Bobinaité *et al.*, 2016; Kelt *et al.*, 1997; Phillips *et al.*, 2014). Eriti kasulik on neid tarbida värskelt, kuid ka lühiajalisel sügavkülmutamisel säilib suurem osa vitamiin C-st, orgaanilistest

hapetest ja rakumahla kuivainest (González *et al.*, 2002; de Ancos *et al.*, 2000). Vaarika viljade biokeemiline koostis sõltub genotüübist, on leitud, et loodusliku vaarika viljades on enam fenoolseid ühendeid kui kultuursortide viljades (Vinogradov, 2017; Mikulic-Petkovsek *et al.*, 2012). Hoidiste tegemisel on vaarikas väga laia otstarbega, sobides mahla, siirupi, moosi, tarretise ja veini valmistamiseks (Spuhl-Rotalia, 1898).

Magistritöö eesmärk on anda ülevaade vaarika sordiaretuse suundumustest ja võrrelda vaarika kahe ristamiskombinatsiooni valitud seemikuid fenoloogiliste, majanduslike tunnuste ning biokeemilise koostise alusel. Katsetöö viidi läbi 2018. aastal Viljandimaal EMÜ Polli aiandusuuringute keskuses. **Hüpotees:** vaarika valitud seemikutel on head majanduslik-bioloogilised omadused (hea vastupidavusega talvele ja haigustele, suured viljad, viljade hea kvaliteet) ning nendega tasub jätkata edasist sordiaretustööd.

Tänuavaldus

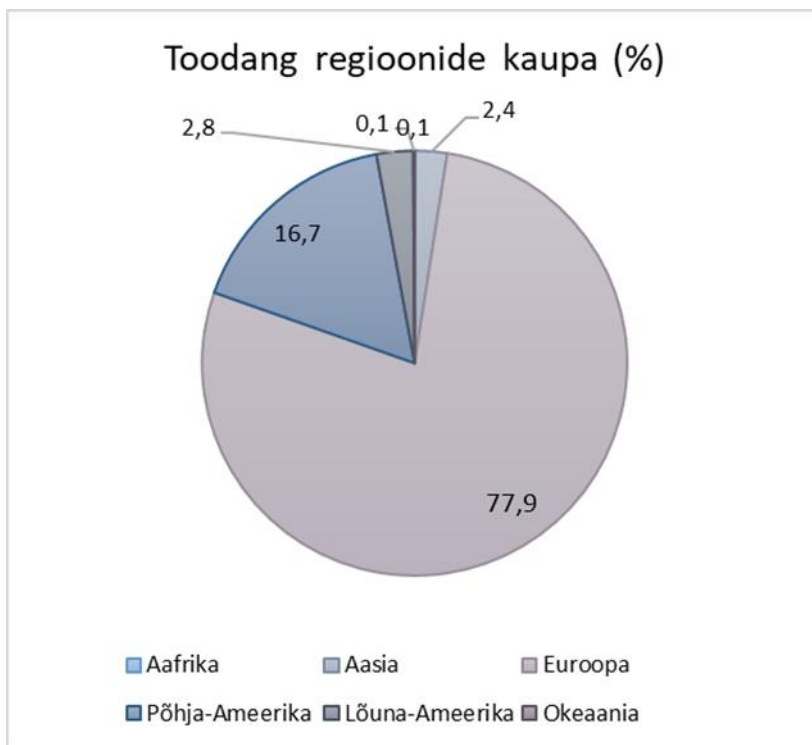
Tänan käesoleva töö valmimise eest Polli aiandusuuringute keskuse vanemteadur Ave Kikast ja teadur Liina Arust. Lisaks tänan teadurit Reelika Rätsepa, peaspetsialisti Hedi Kaldmäed, tehnikuid Alar Aluveed ja Kaija Pärtlit nõuannete ja abi eest. Magistritööd toetas Maaeluministeeriumi sordiaretusprogrammi projekt „Marjakultuuride sordiaretus - mustasõstra ja vaarika aretus“.

1. VAARIKA KASVUPIND JA TOODANG

1.1. Vaarikakasvatus maailmas

Maailmas oli 2017. aastal andmetel kasvupinna poolest juhtival kohal Poola (29 317 ha), teisel kohal Serbia (21 861 ha) ja kolmandal Venemaa (20 185 ha) (Crops, 2019). 2017. aasta tulemustel ei küündi suurimate vaarikakasvataja maade hulka olulisemad vaarikaaretusesse panustavad riigid nagu USA ja UK, kasvupinna suurus on vastavalt 8271 ha ja 1548 ha.

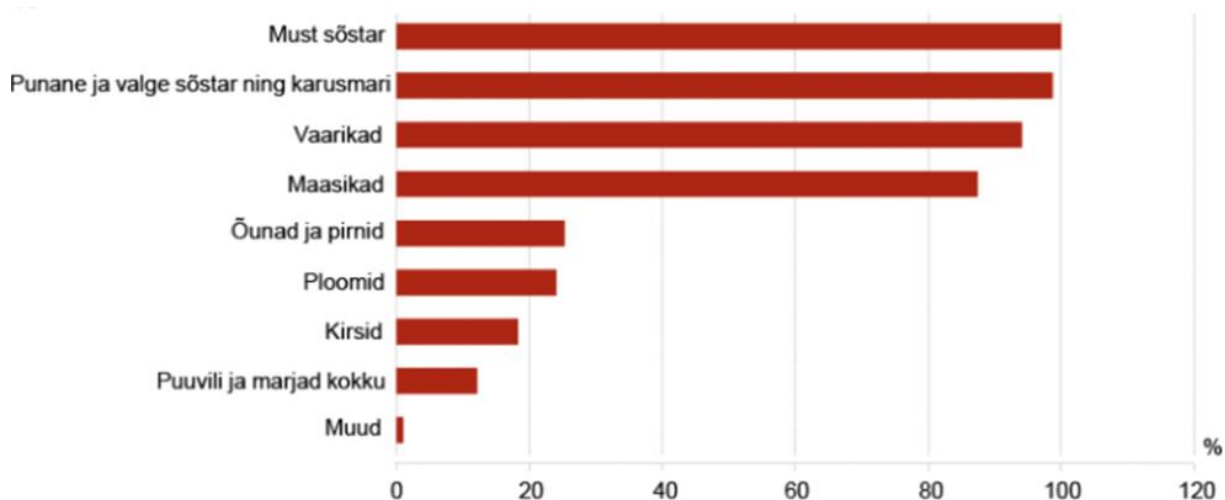
2017. aastal moodustasid maailma vaarikatoodangust suurima osa Euroopa 77,9% ja Põhja-Ameerika 16,7% (joonis 1). Väikseim osa saagist kuulub Okeaaniale ja Aafrikale, mõlemad panustasid maailma toodangusse 0,1%. Suurima vaarika kogutoodanguga Venemaa (146 377 t), Mehhiko (120 184 t) ja Serbia (109 742t) olid 2017. aastal riikide lõikes (Crops, 2019).



Joonis 1. Vaarikatoodang regioonide kaupa protsentuaalselt (Allikas: Crops, 2019).

1.2. Vaarikakasvatus Eestis

2013–2014 oli Eesti isevarustatuse tase puuviljade ja marjadega vaid 12% (Madiste, 2015). Samas on isevarustatus vaarikaga, sõstarde ja karusmarja järel kolmandal kohal (joonis 2). Kõrgem isevarustatavuse tase marjadega on tingitud sellest, et koduaedade marjatoodang on suur ja import vähene. 2015. aastal moodustasid koduaiad Eestis üle poole vaarika kasvupinnast (Ots, 2016).

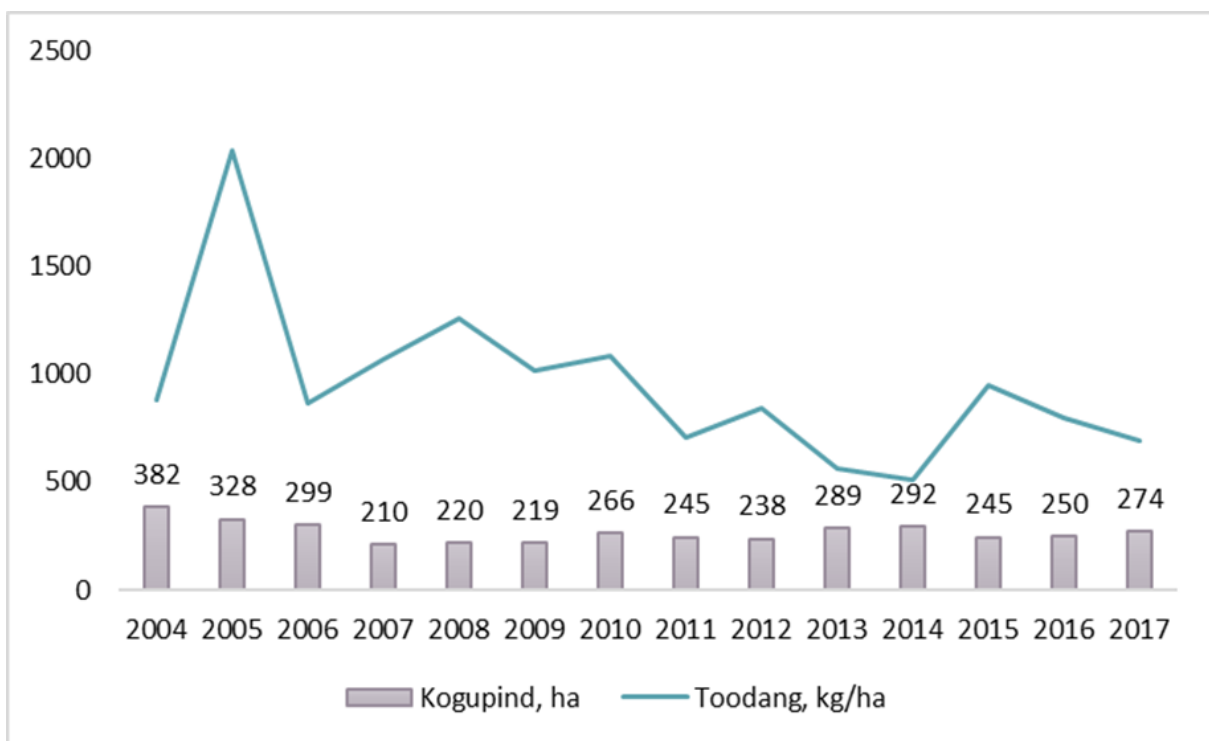


Joonis 2. Eesti isevarustatus puuviljade ja marjadega perioodil 1. juuli 2013 – 30. juuni 2014 (Allikas: Madiste, 2015).

Perioodi 2004–2017 algusaastal oli vaarika kasvupind Eestis suurim, kuid juba 2005. aastal see vähenes ja on sellest ajast saadik vähenemise tendentsi näidanud (joonis 3). Samas on viimasel paaril aastal märgata kasvupinna mõningast suurenemist, alates 2015. aastast on see 29 ha võrra suurenenud.

Kui 2005. aastal oli vaarikatoodang Eestis rekordkõrgusel, siis alanemine algas järgmisel aastal, vastavalt 2037 kg/ha ja 864 kg/ha (joonis 3). Ka viimastel aastatel pole saagikus enam 2005. aasta tasemeni küündinud ning on näidanud aastatel 2013–2014 ja 2016–2017. aastal langustrendi. Ajavahemikus 2004–2017 oli vaarika saagikus Eestis vahelduva trendiga (joonis 3). Viimati tõusis saagikus 2015. aastal (945 kg/ha), langes juba järgmisel aastal 798 kg/ha-ni. Saagikus langes veel 2017. aasta seisuga 688 kg/ha. Saagikuse vähenemine võib olla seotud

2016–2017. aasta suviste tugevate vihmahoogudega, mis võis saagi rikkuda (Eesti meteoroloogia aastaraamat..., 2017; 2018).

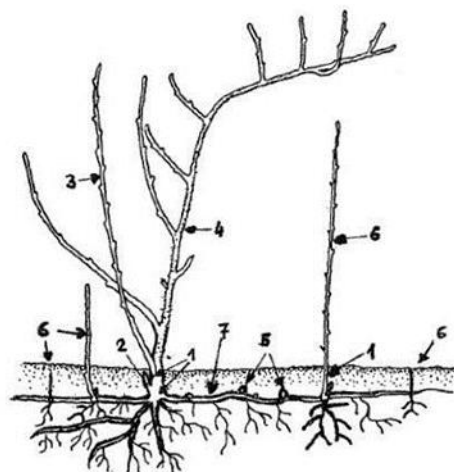


Joonis 3. Vaarika kogupind ja -saagikus Eestis aastatel 2004–2017 (Allikas: PM060: Viljapuu- ja marjaaiad maakonna järgi, 2018)

2. VAARIKA BIOLOOGIA

2.1. Vaarika taim ja tema fenoloogia

Vaarikas on heitlehine poolpõõsas, selle juurestik koosneb **risoomist** ja **lisajuurestikust** (joonis 4) (Libek *et al.*, 2003). 80–90% juuremassist paikneb siiski üsna mullapinna lähedal, vaid kuni 30 cm sügavusel (Гришина, 1956; Перевенко, 1960; Пехото, 1968) ning horisontaalselt levib see kuni paari meetri kaugusele (Libek *et al.*, 2003). Juurte intensiivne kasv algab temperatuuri 7–22°C juures (Генкель и Окнина, 1964; Закотун; Шарытов, 1974). Samal ajal, kui maapealsed osad kasvavad intensiivselt ning viljad arenevad ja valmivad, aeglustub juurte kasv, sest juured saavad vähem toitaineid (Libek *et al.*, 2003). Juurte kasv vaibub põhjapoolsetes piirkondades siis, kui temperatuur langeb alla 0°C (Генкель и Окнина, 1964; Закотун; Шарытов, 1974). Puhkeperioodi katkemise järel arenevad vaarikataime **lisapungadest juurevõrsed**, mis on vaarika vegetatiivseteks levimisorganiteks ning **aluspungadest** tekivad **asendusvõrsed** ja **-oksad** (Libek *et al.*, 2003). Juurevõrsed talvituvad maa all ning kevadel tekivad nendest uued võrsed. Kevadel soodsa temperatuuri toimel arenevad asendusvõrsed jõuliselt (Parksepp, 1977). Võrsete kasvutempot aeglustab viljakandvate varte õitsemine ja viljade moodustumine, kuid suurendab õitsemise lõppemine. Varte täielik arengutsüklil kulgeb kahe vegetatsiooniperioodi jooksul. Lehed arenevad vaarikal põhi- ja abipungadest, abipungad võivad külmaõrnadel sortidel ka kahjustuda, siis ei moodusta taim normaalselt lehti ega õisi (Витковцкий, 1969). Järgmise aasta kevadel arenevad varte õie- ja kasvupungadest lühivõrsed ja õisikud.



1 – risoom, 2 – alus- ehk basaalpung, 3 – asendusoks, 4 – viljakandnud oks, 5 – lisapung, 6 – juurevõsu, 7 – rõhtjuur

Joonis 4. Vaarika ehitus (Allikas: Libek *et al.*, 2003)

Remontantsortidel on traditsiooniliste sortide ees mitmeid eeliseid (Arus, 2015). Põhiline erinevus on, et saaki annavad esimese aasta võrsed, seega on arengutsüklil suvelviljuvatest sortidest 1 aasta võrra lühem. Lisaks saab nende lõikamist mehhaniseeritult teha - kõik varred niidetakse sügisel maha (Libek *et al.*, 2003). Samuti ei teki vartel talvekahjustusi ja enamik sorte ei vaja toetust. Eeliseks on ka vaarikamardika ja maasika õielõikaja kahjustuse puudumine (Arus, 2015). Remontantsortide kasutuselevõttuga on värske marja saadavuse periood pikendatud. Nende kasvatamise puuduseks võib mõnel aastal olla tagasihoidlik saak, viljade hallitamine viimasel sügisel ning päikesevaestest ilmadest tingitud kvaliteedi langus, osa saaki jääb valmimata.

Pärast vaarika kasvu lõppu sügisel moodustuvad õiealgmed, alates varre tipupungast kuni aluseni (Libek, *et al.*, 2003). Punga välja kasvades arenevad sellest lehed ja kandlehed. Lehe kaenlas areneb külgvõrse ja õisik, õite arv on suurem tipu pool. Vaarika õies on palju emakaid ja tolmukaid (Parksepp, 1977). Moodustuda võib mitu järku õisikuid (mitte kõigil sortidel), need võivad vajadusel asendada esimestest pungadest moodustunud saagi (Libek *et al.*, 2003). Vaarika õitsemise ja saagi valmimise algus sõltub temperatuurist ja valguse intensiivsusest. Eestis alustab vaarikas õitsemist juunis, siis on öökülmad enamasti möödas. Õitsemisperioodi kestvus on ca 37 päeva (Parksepp, 1977). Päeva pikkuse, toitainetega varustatuse ja varte jämeduse koosmõjust sõltub, kas pung moodustab õied või mitte (Libek *et al.*, 2003). Vaarika õiepõhjale on kinnitunud osaviljad (viljakest, -liha ja luu), mis moodustab koguvilja. Saaki

mõjutab valguse intensiivsus. Saagikus sõltub ka eelmise aasta varte kasvutulemustest (Шумейкер, 1958; Пехото, 1973). Suurema saagi kindlustavad vaarikasordid, mille varred on pikemad, jämedamad, mille lehed on suuremad ja pungad on sügisel hästi välja arenenud. Head saagiaastad vahelduvad kehvematega (Parksepp, 1977). Saagikuse vähenemise võivad tingida ka talvekahjustused ja haigestumised. Pärast taime viljumist oksad surevad. Majanduslikult tasuva vaarikaistandiku eluiga on 10 aastat (Libek *et al.*, 2003).

2.2. Talvekindlus

Sügisel koos vegetatsiooniperioodi lõpuga algab vaarikal bioloogiline puhkus, mis jaguneb eel-, sügav- ja järelpuhkuseks (Libek *et al.*, 2003). Eelpuhkefaasis on pungad võimelised puhkema. Kasvu stimuleerivad ained talletatakse varuainetena ning muutuvad inaktivaatoriteks. Sügavpuhkefaasiks (oktoober–detsember) on kasvu- ja arenguprotsessid lõppenud ning varuained on muutunud kaitseaineteks, ka pungad ei ole võimelised puhkema. Selles faasis ei saa talvekindlamad sordid oluliselt kahjustuda. Järepuhkefaasis on pungad võimelised puhkema, kuid madalad temperatuurid takistavad seda. Viimane puhkeperiood on sundpuhkus, selle tingivad madalad temperatuurid, mille lõpetab temperatuuri tõus üle 5°C (Parksepp, 1977). Kui külmakindluse tagab vaarikal võrsete puitumine vegetatsiooniperioodi lõpus (Parksepp, 1977), siis talvekindlust mõjutab juurte seisund talvel, külmaperioodi pikkus ning lumikatte olemasolu istandikus (Libek *et al.*, 2003). Talvekahjustusi võivad tekitada väga madalad temperatuurid, aga veel rohkem kahjustab oksi sooja- ja külmaperioodi vaheldumine (Libek *et al.*, 2003).

2.3. Olulisemad haigused ja kahjurid

Vaarika-varrepõletik (*Didymella applanata* (Niessl.) Sacc.) on levinuim vaarikahaigus Eestis, hävida võib kuni 30% viljakandvatest vartest (Libek *et al.*, 2003). Haigus vähendab saagikust

ja soodustab külmakahjustuste tekkimist, sest lehed varisevad enneaegselt. Haiguse tagajärjel tekivad suve esimesel poolel võrse alumisel osal pungade lähedusse sinakashallid või punakaspruunid laigud mustade täppidega (algeoslad). Laigud suurenevad ja sügiseks on vastuvõtlikel sortidel kogu vars nendega kaetud. Nakatunud piirkonnas kuivavad ja langevad lehed, järgmisel aastal on koor praguline. Haigestumine sõltub genotüübist ja ilmastikust, (Kikas *et al.*, 2002) täpsemalt soodustab haigestumist soe ilm kestva vihmaga (Libek *et al.*, 2003). Istandiku umbrohtumus, mehaanilised vigastused ja liigne lämmastikväetis võib aidata haigestumisele kaasa.

Vaarika-antraknoos ehk kõrblaiksus (*Elsinoë veneta* (Burkh.) Jenkins) kahjustab 60–70% vartest, kahjustus esineb kõigil taimeosadel (Libek *et al.*, 2003). Antraknoosi lülieosed levivad kevadel tuule ja putukate abil vartele ja varisenud lehtedele, veetilk võimaldab eostel idaneda. Juunist alates tekivad võrsetele 2–5 mm läbimõõduga selgepiirilised purpursed äärisega ümmargused täpid (Parksepp, 1977). Võrsete nakatudes nende kasv nõrgeneb ja taim muutub külmaõrnaks (Libek *et al.*, 2003). Haigestumine sõltub genotüübist ja ilmast (Kikas *et al.*, 2002). Haigust soodustab ka tihe ning umbrohtunud istandik ja niiskus suvel (Libek *et al.*, 2003).

Vaarikamardikas (*Bytorus tomentosus* De Geer) on kõige olulisem kahjur Eestis, keemilise tõrje mittekasutamisel võib hävineda 50% saagist (Libek *et al.*, 2003). Mardikas toitub kevadel lehtedest, tolmukestest ja emakatest. Alates õienuppude moodustumisest, muneb mardikas lehtedele, õienuppudesse, õitesse ja arenevatesse viljadesse mune (Parksepp, 1977). Tõugud toituvad viljadest ning lähevad suvel mulda nukkuma (Libek *et al.*, 2003). Mardikad talvituvad mullas (Parksepp, 1977). Varasema õitsemisajaga sordid ('Novokitaivska') on kahjustustele vastuvõtlikumad kui hilisema õitsemisega sordid ('Glen Ample'), sest vaarikamardikas ei ole kohanenud munema hilisemal vaarika õitsemise ajal (Arus *et al.*, 2013). Kuiv ja soe kevad võib kahjustuse levikut vähendada.

Vaarikalest (*Phyllocoptes gracilis* Nal.) paikneb varjulistes kasvukohtades (Libek *et al.*, 2003). Lestad imevad noorte lehtede alaküljel taimemahla, seetõttu tekivad lehtedele kollased laigud, mis on välimuselt mosaiigiga sarnased. Kahjustusega lehed muutuvad nõrgaks. Lestad võivad soodustada viirushaiguste levikut. Nad annavad aastas mitu põlvkonda ja talvituvad vaarikapungades, kuid on külma suhtes tundlikud ja võivad halbades oludes hukkuda.

3. VAARIKA SORDIARETUS

3.1. Vaarikasortide ajalooline kujunemine ja aretussuunad

3.1.1. Vaarika sordiaretus maailmas

Esimene ametlik vaarika sordiaretustöö toimus **Põhja-Ameerikas** (Darrow, 1937). Väga oluline sort samast perioodist oli 1912. aastal aretatud 'Latham' (*Minnesota University*) (Darrow, 1937), mida on esitletud kui märkimisväärse külmakindlusega ja temperatuuride vaheldumist taluvat sorti (Graham, 2004a). 1967. aastal avaldatud 'Meeker' (*Washington State University*) (Jennings, 2018) on siiaamaani Põhja-Ameerika mandri läänerannikul peamine kasvatatav sort, sordi eelisteks hea kohanemine sealse kliimaga ning sobivus masinkoristuseks, kuigi on vastuvõtlik RBD viirusele ja fütoftoroosile (Stephens, 2012). Tähelepandav oli ka sordi 'Willamette' evitamine (Jennings, 2018), seda kasvatatakse 90% Serbia vaarika kasvupinnast (Nicolíć & Tanović, 2011).

Venemaal pandi alus vaarikaaretusele 19. sajandi teisel poolel, tuntuimad sordid on 'Novost Kuzmina', 'Spirina belaja' ja 'Spirina 10', mida kasvatati endise Nõukogude Liidu maades 20. sajandi lõpus (Спирин, 1965). Samas on suvelviljuva vaarika kasvatamine Venemaal keeruline, sest sordid on talviste tingimustele tundlikud, see väljendub väiksemas saagis, heaks lahenduseks on kasvatada taasviljuvaid sorte (Kazakov *et al.*, 2012). Kuid tootmises pole võimalik kasvatada välismaiseid taasviljuvaid vaarikasorte nagu 'Heritage' ja 'Autumn Bliss', sest ainult 15–40% saagist viljub enne sügise külmasid. Samas tõdetakse, et ka Venemaal aretatud remontantsordi 'Babje Leto' potentsiaalsest saagikusest valmib Kesk-Venemaal enne sügiskülmi 40–50%.

Ühendkuningriigis tegutsev *East Malling Research Station* avaldas juba 1950-ndatel väärtuslikud „Malling“ seeria sordid (Jennings, 1988). Ka Polli katsebaasis on sama seeria sordid sordiuurimise olnud näiteks on selgunud, et 'Malling Jewel' on suureviljaline, hästi

liitunud osaviljadega, mahlaka ja maitsva viljalihaga (Parksepp, 1985). Oluline roll on ka sordil 'Octavia', mille viljade hilisem valmimine võimaldab saagiperioodi pikendada (Knight & Fernandez, 2008). 1981. aastal aretati (endise nimega *Scottish Crop Research Institute*, nüüd *James Hutton Institute*) sordid 'Glen Moy' ja 'Glen Prosen'. Võrreldes eelnevate sortidega olid uued suureks edusammuks vaarikaaretuses, eelisteks olid suuremad viljad, parem maitse ja ilma ogadeta varred, lisaks võimaldasid head omadused - viljade kerge eraldumine viljapõhjalt ja püstine kasv sorte mehaaniliselt koristada (Jennings, 2018). 1996. aastal registreeritud 'Glen Ample' on siiani Euroopas kvaliteedi ja saagikuse standardiks (Finn ja Hancock, 2008). Norras asendati kohalik sort 'Veten' kõnealuse sordiga (Graham & Woodhead, 2009). Hispaanias, kus vaarikat viljeletakse peamiselt kiletunnelites värskete viljade müümise eesmärgil, on kasutusel 'Glen Lyon', sest sort talub transporti (Graham & Woodhead, 2009; Jennings, 2002).

Kanada uurimisasutus *Pacific Agri-Food Research Centre* evitas 1980-ndatel 'Haida', mille eeliseks on kvaliteetsed viljad (Jennings, 2018). 1989. aastal registreeritud 'Tulameen' on maailma üks populaarsemaid vaarikasorte, sobides hea maitse tõttu värskena müügiks.

Poolas (*Research Institute of Horticulture*) on vaarika sordiaaretuses olulisteks eesmärkideks viljade hea kvaliteet, suur saak, sobivus värskeks müügiks ja töötlemiseks, sobivus masinkoristuseks, sobivus kohaliku kliimaga, vastupidavus kahjuritele ja haigustele ning kõrgem biokeemiliste ühendite sisaldus (Orzel *et al.*, 2016). NIWA programmi tulemusel on aretatud sordid 'Laszka' ja 'Sokolica', millede viljad on kvaliteetsete omadustega. Poolas on aretatud meil väga populaarsed remontantsordid 'Polka' (Miliutinović *et al.*, 2008) ja 'Polana' (Libek *et al.*, 2003).

Norras (*Norwegian Crop Research Institute*) on eesmärgiks aretada vaarikasorte, mis oleksid talvekindlad, vastupidavad vaarika-juuremädanikule ja masinkoristatavad (Røen *et al.*, 2002; Knight, 2004). Aastakümneid kasvatati seal kohalikku sorti 'Veten', mis sobib küll töötlemiseks, kuid mitte müügiks värksena (Heiberg *et al.*, 2002). Uuemad sordid - 'Hitra', 'Stiora' ja 'Tambar' sobivad värskelt müügiks ja on ka vähem vastuvõtlikud juuremädanikule (Røen *et al.*, 2002).

Lätis (*Institute of Horticulture, Latvia University of Life Sciences and Technologies*) on vaarika sordiaaretusprogrammi suundumus saada sort, mis on talvekindel, vastupidav haigustele ja sobiv

kohaliku kliimaga (Strautiņa *et al.*, 2012). Lätis aretatud sordid 'Lina' ja 'Liene' on sealsetes tingimustes talvekindlad, 'Viktorija' on suurte viljadega ja 'Ina' saagikas.

Ukrainas on vaarikaaretuse suundumusteks (*The Institute of Horticulture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine*) haiguskindlus, viljade säilivus ja kõrge kasulike ühendite sisaldus (Breeding and variety..., 2018). Seal on aretatud Eestis väga populaarne vaarikasort 'Novokitaivska' (Libek *et al.*, 2003).

Maailmas on vaarika sordiaretuse suundumusteks stabiilne saak ja kvaliteetsed viljad ning vastupidavus kohalikule kliimale (Finn ja Hancock, 2008). Vajalikuks peetakse sorte, mis sobiksid masinkoristuseks, eriti piirkondades, kus tööjõud on kallis või puudub (Graham & Jennings, 2009). Samuti keskendutakse varasemast enam tunnelis kasvavate sortide aretusele. Ülemaailmne eesmärk on luua sorte, mis on vastupidavad vaarika-juuremädanikule (*Phytophthora fragariae* C.J. Hickman var. *rubi* Wilcox & Duncan) (Finn ja Hancock, 2008). Ameerika programmis on probleemiks viirushaigus RBD (*Raspberry Bushy Dwarf Virus*). Tööstuses vajatakse mehaaniliselt koristatavaid, intensiivse lõhna ja värviga, kõrge rakumahla kuivaine ja hapete sisaldusega sorte.

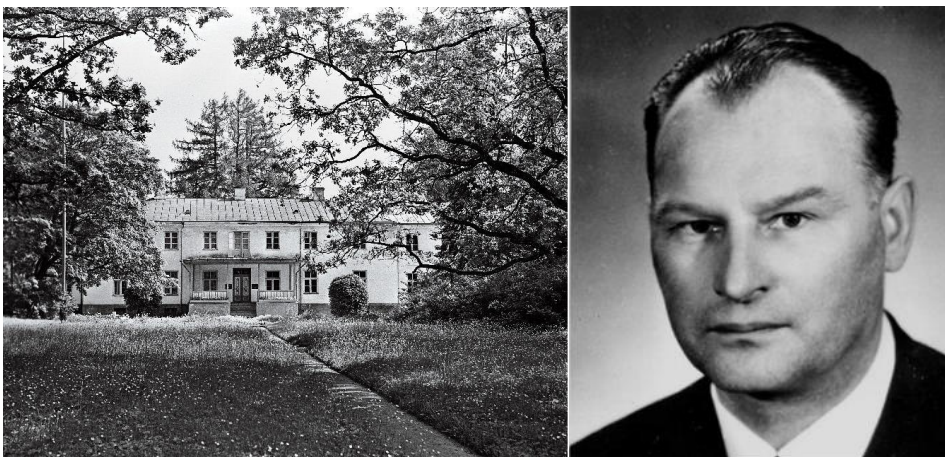
3.1.2. Vaarika sordiaretus Eestis

19. sajandi lõpus rajas **J. G. Spuhl-Rothalia** (joonis 5) Vormsi saarele 500 viljapuu ja marjapõõsa sordist koosneva puude katseaia ja puukooli (Kask, 1984), seal oli muuhulgas ka 25 vaarikasorti (Joandi, 2010) (LISA 1). 20. sajandi alguses olid vaarikaistandikud põhiliselt linnades ja mõisates, samas kui taludes alles „katsetati“ vaarikakasvatust (Nurmbarg, 1911). Arvatavasti oli kesise vaarikakasvatusega tegelemise põhjuseks loodusliku vaarika olemasolu, vaarikamardika vastse kahjustus, liiga pikk viljade valmimise periood ja transpordiõrnod viljad.



Joonis 5. Jaan-Spuhl-Rotalia (1859–1916) (*Allikas: Polli aiandusuuringute keskuse fotoarhiiv*).

Esimese maailmasõja ning välismaise sekkumise tõttu hävis Eestis enamus introductseeritud vaarikasorte (Parksepp, 1967). Perioodil 1920–1940 hakati välismaiste (v. a liiduvabariigid) sortide sissetoomist piirama. (Parksepp, 1985). 1927. aastal alustas Tartu Ülikooli Aianduse Katsejaam aiakultuuride sortide uurimist (Parksepp, 1977). Asutuse juhataja A. Mätlik selgitas kuue katses olnud vaarikasordi hulgast välja kolm parimat, 'Preussen', 'Lloyd George', 'Marlboro', soovitades neid Eestis kasvatamiseks rajoonida. 1939. aastal koostatud esimesse ametlikku marjakultuuride soovitussortimenti kuulus 21 vaarikasorti (Parksepp, 1977, 1985). Erakordselt külm talv (1939/40) ja sõjategevus (1941–1944) hävitas suurema osa introductseeritud sortidest, 1945. aastal oli säilinud vaid 8 vaarikasorti (Parksepp, 1977). 1950. aastaks suutsid puukoolid viia marjapõõsaste istikute tootmise kõrgemale tasemele, kui enne sõda (Parksepp, 1985). 1945. aastal rajati Lõuna-Eestisse Polli Aianduse ja Mesinduse Uurimise Instituut (joonis 6), mille tulemusena hakati uuesti laialdaselt vaarikasorte sisse tooma ja katsetama (Kask, 2010).



Joonis 6. Vasakpoolsel fotol Polli Aianduse ja Mesinduse Uurimise Instituudi peahoone 1967. aastal ja parempoolsel fotol Eesti esimene vaarika sordiaretaja Johannes Parksepp 1967. aastal (*Allikas: Vaade Polli Katsebaasi, 1967; Kerm, 1967*).

1952. aastal alustas teadustööd Johannes Parksepp (joonis 6), kes tegeles marjasortide uurimise ja aretusega ning oli Polli kõige pikaajalisem ja viljakaim marjasortide aretaja (Kask, 2010). Oma raamatusse „Marjasordid Eestis“ oli ta kogunud tulemusi Eestis läbi viidud sordikatsetest, mis on ka Eesti kõige põhjalikum puuviljanduslik uurimus. Ühtlasi on ta avaldanud raamatuid aiandusest ja marjakasvatamisest, sh vaarika kohta. Parksepp on vaarikasortide 'Espe', 'Helkal', 'Siveli' ja 'Tomo' ainuautoriks. Pärast Parksepa pensionile jäämist 1985. aastal, jätkas tema tööd bioloogiakandidaat Asta-Virve Libek (joonis 7), kes on kaasautoriks sortidel 'Aita' ja 'Alvi'. Ta on avaldanud mitmeid artikleid rahvusvaheliselt levinud väljaannetes, raamatuid vaarikakasvatusest ning tootjatele suunatud artikleid ajakirjades. Aastatel 2001–2017 jätkas vaarikasortide aretustööd Liina Arus (joonis 7), kes on kolme vaarikat puudutava raamatu kaasautor (Libek *et al.*, 2003; Liina Arus, 2017). 2018. aasta lõpu seisuga on vaarika sordiaretuse aias 1086 seemikut, millega töö jätkub (2018. aasta tööde..., 2018).

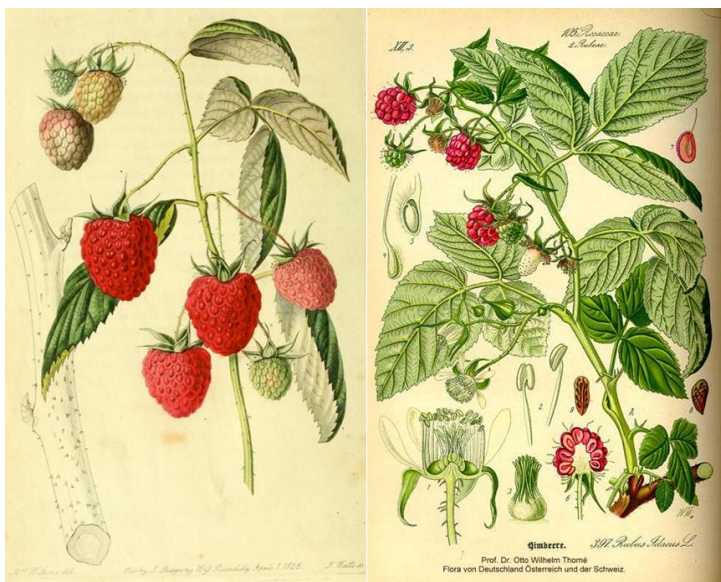


Joonis 7. Vaarika sordiaretustööd jätkas 1985. aastast A.V. Libek ja alates 2001. aastast L. Arus (Allikas: Kask, 2010, Riig, 2011).

Vaarika sordiaretusprogrammi eesmärgiks Eestis on aretada sort, mis on vastupidav talvele, suureviljaline ning saagikas (2018. aasta tööde..., 2018). Nii nagu ka Euroopa riikides, pööratakse Eestis tähelepanu vastupidavusele haiguste suhtes - vaarika varrepõletik (*Didymella appianata* [Niessl] Sacc.) ja antraknoos (*Elsinoë veneta* (Burkh.) Jenkins) (Finn & Hancock, 2008; 2018. aasta tööde..., 2018). Lisaks võetakse lähtevanemate valikul arvesse, et need ei saaks vaarika punga ja lehe lestast (*Phyllocoptes gracilis* Nal.) kahjustada (2014. aasta tööde..., 2014). Oluline on ka sobivus masinkoristuseks ja vastavus turu nõuetele. Eelistatumateks omadusteks on veel hea maitse ja suurem tervislike ühendite sisaldus (2018. aasta tööde..., 2018).

3.2. Tähtsamad liigid vaarika sordiaretuses

Vaarikas pärineb roosõieliste sugukonnast (*Rosaceae* Juss.), kibuvitsaliste alamsugukonnast (*Rosoideae* Focke), muraka perekonnast (*Rubus* L.) ja vaarika alam perekonnast (*Idaeobatus*) (Libek *et al.*, 2003). **Harilik vaarikas** *Rubus idaeus* L. on esindatud põhjapoolkeral, aga ka kõigil viiel kontinendil (Jennings, 1988). Enamus hariliku vaarika sorte pärineb alamliigist (subsp.) *vulgatus* Arrhen. ja *strigosus* (Michx.) (joonis 8) (Ourecky, 1975).



Joonis 8. Hariliku vaarika alamliigid *Rubus idaeus vulgatus* Arrhen. ja *strigosus* (Michx.).

(Allikas: Mills, C., 2010–2018; Stüber, 2018)

R. i. vulgatus viljad on tavaliselt tumepunased, koonilised või sõrmkübara kujulised, millel võivad näarmekarvad esineda või üldse puududa (Ourecky, 1975). *R. i. strigosus* viljad on seevastu helepunased, ümmargused ning näarmekarvakestega. Alamliigi *R. i. strigosus* oksad on püstised, võnklikud, kuni 2 m kõrgused (Oleskevich *et al.*, 1996). Kahest alamliigist on talvekindlam *R. i. strigosus* (Darrow, 1937). Mõlemad on vähese steriilsusega või steriilsed (Ourecky, 1975).

19. sajandil hakati aretusprogrammides kasutama **läänevaarikat** *Rubus occidentalis* L., mille eelisteks on resistentsus hahkhallitusele *Botrytis cinicera* Pers. ex. Fr., vaarika lehetäidele *Amphorophora idaei* Born (siirutavad Euroopas mosaiikviirust), viljade tugevus ning hilisem valmimine (joonis 9) (Jennings, 1988; Keep, 1984). Neli Briti sorti 'Malling Leo', 'Malling Joy', 'Glen Prosen' 'Glen Moy' on läänevaarika ristamise tulemus (Jennings, 1982; Keep, 1984). Aasia liike *R. kuntzeanus* Hemsl. ja *R. parvifolius* on kasutatud saamaks lühikese puhkeperioodiga sorte, mis taluvad ka kõrgeid temperatuure (Jennings *et al.*, 1991). Sordi 'Cuthbert' ja liigi *R. kuntzeanus* ristamisest on saadud sort 'Van Fleet' ning sordi 'Van Fleet' x *R. parvifolius* ristamisest saadi sort 'Dorsett' (Overcash, 1972). Purpursete viljade saamiseks on aretuses kasutatud ristamist liikide *R. occidentalis* x *R. idaeus* vahel, näiteks sordid 'Marion' ja

'Amethyst' (Ourecky, 1975; Dai *et al.*, 2006). Läänevaarika *Rubus occidentalis* sordid on 'Bristol' ja 'Jewel' (Dossett *et al.*, 2012).



Joonis 9. Läänevaarikas (*Rubus occidentalis* L.) (Allikas: Hollander, 2014)

On leitud, et tänapäevastel vaarika sortidel on geneetiline ja morfoloogiline mitmekesisus vähenenud ja see kujutab ohtu sordiaretuse tulevikule (Graham & McNicol, 1995). Vaarikasortide esivanematena domineerivad kaks *R. idaeus* liigist pärinevat sorti 'Lloyd George', 'Pyne's Royal' ja kolm *R. idaeus* x *R. strigosus* ristlusest saadud sorti 'Preussen', 'Cuthbert' ja 'Newburgh' (Finn & Hancock, 2008).

3.3. Sordiaretusmeetodid

3.3.1. Klassikaline sordiaretus

Analüütiline sordiaretuses ehk selektsioonis aretatakse sorte valiku teel looduslikest populatsioonidest (Russi, 1976). Kuigi selline aretusviis oli efektiivne ja ületas omaduste

poolest lähtevorme, oli sortide puuduseks madal produktiivsus, saagi halb kvaliteet ja väike haiguskindlus. Heade omadustega ja looduses harva või üldse mitte esinevate geenikombinatsioonide saamiseks hakati sorte **ristama** - tekkis **sünteeiline selektsioon**. **Ristamine (hübriidiseerimine)** on meetod, mille abil saadakse kahe või enama erisuguse isendi omadusi ja tunnuseid kandvad hübriidid. Ristamise kasutamisel valitakse esmalt ristandi vanemad, nendeks sobivad sordid, millel on võimalikult palju häid ja vähe negatiivseid omadusi.

Ristamiseks valitakse veel avanemata, kuid paisunud vaarika õienupust eemaldatakse pintsettidega tolmucapead, tupplehed ja kroonlehed ilma emakkonda (sigimik, emakasuue) vigastamata (Kempler *et al.* 2012). Seda tehakse kogu vaarikaoksa ulatuses kõikidel õitel (Arus, 2019) ja seejärel isoleeritakse oks õhku läbilaskva kotiga, et tolmeldajad ei saaks õisi külastada (Kask, 1984; Arus, 2019). Täiendavalt võib 1–2 päeva jooksul varrelt eemaldada väikesed hiljem ilmunud pungad (Kempler *et al.*, 2012). Samal päeval kogutakse nn isassortidelt värsked valmimata tolmuks ja pannakse kuivama (Arus, 2019). Kuivatatud õietolm säilib eksikaatoris kaltsiumkloriidiga 5° kraadisel temperatuuril 4 või rohkem nädalat (Kempler *et al.*, 2012). Kuivanud tolmucapead purustatakse klaaspulgaga, et õietolmu kätte saada (Arus, 2019). Käte ja tööriistade puhastamiseks ning saastumise vältimiseks kasutatakse 70% etanooli. Järgmisel päeval, kui tolmucapead on kuivanud, kogutakse need katseklaasi ja purustatakse mehaaniliselt. Kuid tolmuterad võib jätta veel teiseks päevaks kuivama (enamasti kuivavad nad juba ühe päevaga ja võib koheselt emasõitele peale kanda). Soodsa ilmastiku korral piisab ühekordsest tolmuterade emakasuudmetele kandmisest. Olenevalt ilmast võivad õied 7–10 päeva tolmeldamisele vastuvõtlikud olla (Kempler *et al.*, 2012). Peale õietolmu emakasuudmetele pealekandmist asetatakse oksale uuesti kott, et emakasuudmetele ei satuks mittesooovitavat õietolmu (Arus, 2019). Kotid varustatakse etiketiga, kuhu märgitakse emas- ja isassordi ning ristandi nimi, ristatud õite arv ja ristamise kuupäev. Viljade valmimisel eemaldatakse okstelt kotid ja korjatakse viljad. Korjatud vilju hoitakse külmkapis, kuni kõik ristluse tagajärjel saadud viljad on korjatud (Kempler *et al.*, 2012). Vili purustatakse kahvliga sõelal ja pestakse läbi, kuni kõik seemned on kätte saadud (Arus, 2019). Seemned asetatakse paberile kuivama ning säilitatakse ümbrikutes. Enne külvi hoitakse seemneid mitu kuud toatemperatuuril. Seemned, mida on vaja pikemalt säilitada, pannakse külmkappi temperatuurile 1–5°C või -18°C (Kempler *et al.*, 2012). Eksikaatoris säilitatud seeme püsib mitu aastat eluvõimelisena (Ourecky, 1975).

Kempler *et al.* (2012) leiab, et vaarikaseemned vajavad enne külvi skarifitseerimist ja stratifikatsiooni. Idanemise soodustamiseks soovitatakse seemneid hoida 30 minutit kontsentreeritud väävelhappes, loputada vee ja naatriumvesinikkarbonaadis, leotada 5–6 päeva kaltsiumhüpokloriidis, loputada uuesti ja stratifitseerida soojas, seejärel stratifitseerida jahedas 6–10 nädalat ja lasta idaneda 1–4 nädalat ning istutada kasvuhoonesse (Żurawicz *et al.*, 2017; Finn ja Hancock; 2008).

Kaugristamise ehk kaughübridisatsiooni puhul kasutatakse ristamiseks eri liikidesse ja perekondadesse kuuluvaid taimi (Russi, 1976). Sellise aretusviisi eelisteks on haigus- ja kahjurikindluse parandamine, lisaks võivad metsikud liigid omada ka resistentseid geene. Sellest oli rohkem juttu eelmises peatükis „Tähtsamad liigid vaarikaaretuses“.

Mutatsioonaretuses tehakse kasulike mutatsioonide saamiseks sortidele või hübriididele radioaktiivsest kiiritamist ja mutageensete kemikaalidega mõjustamist (Russi, 1976). Saadud taimevormi on võimalik kasutada edaspidi ristamisel või teha valikuid. Sort 'Malling Jewel' on saadud sel meetodil, sort valiti teiste seast välja oma suuremate külgmiste pungade, õite ja viljade tõttu (Jennings, 1966).

3.3.2. Kaasaegsed sordiaretusmeetodid

Markerite abil on võimalik tuvastada teatud tunnuste esinemist (resistentsus lehetäidele, kasvukuju, vilja suurus) (Kempler *et al.*, 2012). DNA põhiseid **molekulaarmarkereid** (RAPD - *random amplified polymorphic DNA technique*) (Graham & McNicol, 1995), SSR - *genomic simple sequence repeat*, AFLP - *amplified fragment length polymorphism*) on kasutatud sortide eristamiseks ja tuvastamiseks (Graham *et al.*, 2004a). Üsna palju kasutatakse geneetilistes analüüsides SSR-d ehk mikrosatelliite (Swanson *et al.*, 2011), vaarika jaoks on arendatud EST-SSR, mille eeliseks on osa lookuses sisalduva funktsionaalse informatsiooni kaasamine markerisse (Lewers *et al.*, 2008; Woodhead *et al.*, 2008). Kui RAPD ja AFLP abil saab kindlaks teha markerite dominantset päritavust, siis mikrosatelliitsete markerite abil saab teha kindlaks

tunnuste võrdväärset ja teineteisest sõltumatut avaldumist ehk kodominantsust (Woodhead *et al.*, 2008).

Vaarika **ahelduskaardi** loomisel on kasutatud RAPD (Pattison *et al.*, 2007) ja AFLP markereid (Pattison *et al.*, 2007; Woodhead *et al.*, 2008). Esimene vaarika aheluskaart loodi SSR ja AFLP markerite abil 2004. aastal, kasutades sortide 'Glen Moy' x 'Latham' seemikuid, kus kaardistati 273 markerit (kogumaht 789 cM) üheksas aheldusgrupis (Graham *et al.* 2004a). SSR markerid loodi 'Glen Moy' genoomi ja cDNA panga baasil (Graham *et al.*, 2004a, b). 2012. aastal loodi varem avaldatust palju täpsem ahelduskaart, mis põhineb sekveneeritud järjestusel (GBS - *Genotyping by Sequencing*) ning on seostatav varem avaldatud ahelduskaartidega mikrosatelliitsete markerite kaudu (Ward *et al.*, 2013). Kaardistati kahe lähtevanema 4321 ja 2391 molekulaarmarkerit seitsmes aheldusgrupis (kogumahuga vastavalt 462,7 ja 376,6 cM).

Geenid võiva esineda **aheldusrühmana**, vaarika puhul on see leitud järgmiste geenide vahel: vahakirme (geen b), kollased või aprikoosivärvi viljad (geen t), kahvatuohelised lehed (geen g), punane hüpokotüül x ja tolmutoru inhibiitor (geen w) (Lewis, 1939; Lewis, 1940). Geen H-d, mis määrab, kas vaarikataime varred on ogadega või ogadeta on seostatud resistentsusega vaarika varrepõletikule ja varre hahkhallitusele (*Botrytis cinicera* Pers.:Fr.) (Jennings, 1988; Keep, 1989). Samas peetakse eespool nimetatud geenide seoseid pigem pleiotroopiaks ehk geeni mõjul tunnuse avaldumiseks kui seostatud pärandumiseks (Swanson *et al.*, 2011).

Biotehnoloogias luuakse ka **transgeenseid** genotüüpe (Kempler *et al.*, 2012). Sordi 'Meeker' baasil on saadud kloonid, mis oleksid resistentsed RBDV-le (Martin ja Mathews, 2001). Vaarikasortidele 'Canby', 'Chilliwick' ja 'Meeker' on lisatud geen S-adenosüülmethioniin (SAMase), et aeglustada viljade küpsemist (Mathews *et al.*, 1995).

4. MATERJALID JA MEETODID

4.1. Küsitlus Eestis kasvatatavate vaarikasortide kohta

Eestis pole kättesaadavaid andmeid selle kohta, missuguseid vaarikasorte siinsed tootjad kasvatavad, seetõttu otsustati läbi viia küsitlus.

Küsitluse eesmärk oli selgitada välja järgmist:

1. milliseid vaarikasorte tootjad kasvatavad;
2. mis põhjustel.

25.03–10.04 edastati küsitlus (lisa 2) e-maili teel internetist leitavatele vaarikakasvatajatele Eestis. Saadud andmeid töödeldi programmi Microsoft Excel 2016 abil.

Küsimused koostati nii, et vastata sai vabas vormis. Kuigi vastamine oli pigem passiivne, siis oli vastanute arv piisav, et saada esialgne ülevaade kasvatatavatest sortidest Eestis. Vastanuid oli kokku 21, millest 5 ankeeti laekus tagasi tühjana, kuna need ei jõudnud saajani ja 5 tootjat olid vaarikakasvatusega tegelemise lõpetanud, valimi moodustasid 11 tootjat, kes tegelevad käesoleval ajal vaarikakasvatusega. Lisaks uuriti ettevõtjatelt, kes enam vaarikakasvatusega ei tegele, milliseid sorte nad eelnevalt kasvasid ning mis põhjusel kasvatamine lõpetati.

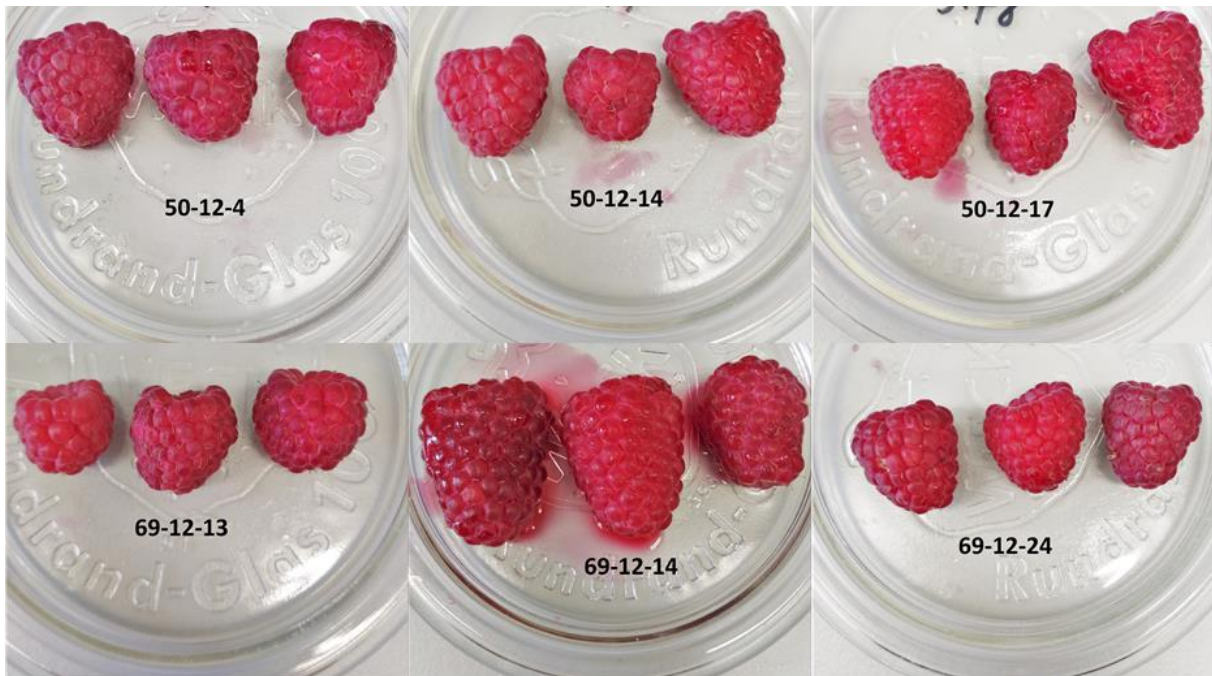
4.2. Katsekoht ja -variandid

Vaatlused ja mõõtmised viidi läbi EMÜ Polli aiandusuuringute keskuse (58°07'44,5''N 25°32'16,8''E) sordiaretuse aias. Katseala mullastik on leetjas muld (KI), see kuulub Tõrva-Abja kamarleetmuldade allvaldkonda. Lähtekivim on kollakaspruun karbonaatne moreen, aluspõhja moodustab Kesk-Devoni punane liivakivi. Mulla reaktsioon on nõrgalt happeline kuni neutraalne, lõimis on huumushorisondis kerge liivsavi, väljauhtehorisondis saviliiv ning sisseuhtehorisondis keskmine liivsavi.

Aasta enne rajamist pandi põllule normiga 100 t/ha komposteerunud sõnnikut ja rajamiseelselt kasvatati rukist, mis künti sisse. Istandik on rajatud 2017. aasta mais, iga sort ja seemik on istutatud kolmes korduses. Istandik külgneb põhja poolt musta sõstra istandikuga. Taimede vahe reas on 50 cm ja reavahe 3 m. Vaarikataimed kasvavad kilemultšil, märtsis eemaldati saaki kandnud varred. Katseaias kasvas ridade vahel murukamar, seda niideti vegetatsiooniperioodi jooksul iga 2–3 nädala tagant, niide jäeti reavahesse. Taimi väetati kevadel üks kord Yara Mila kompleksväetisega (8-11-23 + mikroelemendid), norm taime kohta oli 15–20 g. Umbrohtu eemaldati vajadusepõhiselt. Taimekaitsetöid sordiaretuse aias ei tehtud. Vaatluseid ja mõõtmisi tehti 2018. aastal kevadest sügiseni. Vaatluse all oli 6 esimese valiku läbinud vaarikaseemikut (*Rubus idaeus* L.) (joonis 10):

- 50-12-4 (lühendatud töös GA1),
- 50-12-14 (lühendatud töös GA2),
- 50-12-17 (lühendatud töös GA3).
- 69-12-13 (lühendatud töös I1),
- 69-12-14 (lühendatud töös I2),
- 69-12-24 (lühendatud töös I3),

Kombinatsiooni esimene number tähistab ristatud lähtevanemaid, 50 - 'Alvi' x 'Glen Ample' ja 69 - 'Alvi' x 'Ina'. Teine number kombinatsioonis näitab ristamise aastat, selleks on 2012 ja viimane taimede istutamise järjekorda seemikute aias. Võrdluseks kasutati standardsorte 'Novokitaivska' ja 'Aita' (joonis 11). 'Novokitaivska' on väärtuslik oma hea talvekindluse, varajase valmivuse ja saagikuse poolest (Arus *et al.*, 2008). 'Aita' on samuti varajane valmivusega nagu sort 'Novokitaivska', suureviljaline ning vastupidav antraknoosile.



Joonis 10. Valitud vaarikaseemikud katses (üleval vasakult paremale GA1, GA2, GA3, alt vasakult paremale I1, I2, I3) (Allikas: Mailis Vinogradov, 2018).

'Aita'

Aretanud J. Parksepp ja A. Libek seemiku 2-64-24 ja ristamisel sordiga 'Glen Clova' (Libek *et al.*, 2003). Viljad helepunased, suured (3,7 g), ümmargused, hästi liitunud osaviljadega (Kask, 2010). Polli Aiandusuuringute Keskuses tehtud analüüside järgi oli viljalihas 4,0% suhkruid, 1,8% happeid, C-vitamiini 22 mg/100g (Libek *et al.*, 2003). Varrestik keskmise kasvuga, võrsetel ogasid vähe. Varajane ja saagikas sort (Kask, 2010). Talvekindlus on hea. Samuti on hea vastupidavus antraknoosile ja vaarika-varrepõletikule.

'Novokitaivska'

Aretanud I. Kovtun 1945. a Ukrainas, sortide 'Kitaivska' x 'Novost Kuzmina' ristamisel (Libek *et al.*, 2003). Viljad punased kuni tumepunased, keskmised (2,8 g) munajad kuni ovaalsed, tugevalt liitunud osaviljadega. Polli Aiandusuuringute Keskuses tehtud analüüside järgi oli viljalihas 3,4% suhkruid, 1,6% happeid ja C-vitamiini 21 mg/100g. Saagikus on hea (5,0 t/ha). Sobib nii töötlemiseks kui lauamarjaks (Parksepp, 1985). Varrestik kõrgekasvuline, ogad väikesed ning puuduvad võrse ülemises otsas (Parksepp, 1985). Talvekindlus hea. Pole

kasvuolude suhtes nõudlik (Libek *et al.*, 2003). Hea vastupidavusega vaarika varrepõletikule ja rahuldava vastupidavusega kõrblaiksusele.

'Alvi'

Aretanud J. Parksepp ja A. Libek 1946. aastal ('Golden Queen' x 'Spirina belaja') ja 'Novost Kuzmina' (Kask, 2010). Viljad suured (3,5 g), tumepunased, koonilised, hästi liitunud osaviljadega, käsitlemiskindlad. Polli Aiandusuuringute Keskuses tehtud analüüside järgi oli viljalihas 4,3% suhkruid, 1,4% happeid, C-vitamiini 26 mg/100g (Libek *et al.*, 2003). Varrestik keskmisekasvuline, võrsel ogasid vähe (Kask, 2010). Hilisema valmimisega sort (Libek *et al.*, 2003). Kõrge saagikusega. Talvekindlus hea, Vastupidavus vaarika varrepõletikule ja antraknoosile mõõdukas (Kask, 2010).

'Ina'

Aretatud Lätis sortide 'Ivanovskaya' x 'Taganka' ristamisel (Strautiņa *et al.*, 2012). Viljad tugevad ja suured (4,5–5 g). Maitse hapumagus. Viljaliha sisaldab happeid 1,7 % ja C-vitamiini 21,2 mg/100 g toorkaalu kohta. Varrestik keskmise kasvuline, keskmise tihedusega, püstised. Ogad esinevad kogu varte ulatuses, kuid neid on rohkem varre alumises osas. Keskvarajane sort, saagikas. Mõõduka talvekindlusega (Vaatlusandmed vaarikakollektsioonaias Polli..., 2010-2014), sort on ka põuakindel (Strautina *et al.*, 2012). Vastupidavus varrepõletikule on keskmine, antraknoosile hea (Strautina *et al.*, 2012).

'Glen Ample'

Aretatud 1978. aastal Šotimaal kahe seemiku ristamisel, kaugemad esivanemad on 'Glen Rosa' ja 'Meeker' (Libek *et al.*, 2003). Viljad koonilised, hästi liitunud osaviljadega, hea korjatavuse ja käitlemiskindlusega (Libek *et al.*, 2003), suured (4,9 g) (Mahepõllumajanduslik marjakasvatus, 2016). Varrestik tugev, püstine, peaaegu ilma ogadeta (Libek *et al.*, 2003). Keskvalmiv (Mahepõllumajanduslik marjakasvatus, 2016). Väga saagikas (Mahepõllumajanduslik marjakasvatus, 2016). Sort sobib lauamarjaks ja töötlemiseks (Libek *et al.*, 2003). Mõõdukas talvekindlus (Mahepõllumajanduslik marjakasvatus, 2016). Sorti kahjustab vaarikalest, kuid on üsna vastupidav antraknoosile, samas haigestub mõningal määral vaarika-varrepõletikku (Mahepõllumajanduslik marjakasvatus, 2016).



Joonis 11. Katsesordid (vasakult paremale 'Aita', 'Novokitaivska', 'Alvi', 'Glen Ample')
(Allikas: Liina Arus, 2013).

4.3. Vaatlused ja mõõtmised

Valitud seemikute vastavust aretustöös soovitud majanduslik-bioloogilistele kriteeriumidele hinnati seades igale näitajale alampiir (tabel 3):

- talvekahjustuse ulatus (kuni 3 hindepalli) (2016. aasta tööde..., 2016),
- haigestumine varrehaigustesse (kuni 3 hindepalli) (2016. aasta tööde..., 2016),
- keskmine vilja mass (alates 3 g) (2014. aasta tööde..., 2014),
- rakumahla kuivaine ja tiitritavate hapete suhe (al. 6,2) (Rätsep, ilmunud),
- polüfenoolide sisaldus (al. 163 mg/100 g) (Mazur *et al.*, 2014).

Katsevariantidel viidi läbi **fenoloogilised vaatlused** (õitsemine, viljade valmimise algus ja lõpp). Õitsemise alguseks loeti ajahetke, mil ühe variandi kõigil kordustel oli 10% õisikutest esimene õis avanenud ja viljade valmimise alguseks, kui 10% õisikutest oli esimene vili koristusküps. Saaki korjati katselappidel kaks korda nädalas kogu saagiperioodi jooksul. Korje kuupäevad fikseeriti ja selle alusel hinnati katsevariantidel viljade valmimise kestvust. Saagikust hinnati grammides viljakandva oksa kohta. III, IV ja V korje järel mõõdeti iga sordi ja seemiku keskmine ja suurim vilja mass. Iga variandi kõikide korduste 20 juhuslikult korjatud vilja kaaluti ning leiti keskmine vilja mass (g), neist 10 suurimat määrasid suurima vilja massi, need kaaluti ja leiti suurim vilja mass (g). Korjatud ja kaalutud viljad sügavkülmutati

temperatuuril -18°C. Keemilised analüüsid teostati sügisel 2018. Proovide ettevalmistamiseks purustati iga sordi ja seemiku viljad saumikseriga homogeenseks massiks.

Katsevariantidel hinnati ka **majanduslikke andmeid** (keskmine ja suurim vilja mass, saagikus). Saagiperioodil korjati saaki kaks korda nädalas ning saak arvutati ühe viljakandva varre kohta grammides. **Saagikust** võrreldi Parksepp (1985) skaalaga (teisendatud g varre kohta):

- väga suur saak 480–960 g
- suur saak 240–480 g
- keskmine saak 120–240 g
- väike saak 60–120 g
- väga väike saak 30–60 g

Talvekahjustuse ulatuse hindamine viidi läbi, et teha kindlaks vaarika seemikute ja sortide vastuvõtlikkust talvistele miinustemperatuuridele, sooja ja külmaperioodide vaheldumisele ja kõikumisele. Seda tehti maikuus, mil lehtumine on juba toimunud ning taimede talvitumisjärgse seisundi hindamine on lihtsam. Talvekahjustuse ulatust hinnati hindepallides järgmisel skaalal (joonis 12) (Descriptors, 2018):

- 1 pall - kahjustused puuduvad või on väga väheldased (0-5%)
- 3 palli - väike kahjustus (5-25%)
- 5 palli - keskmine kahjustus (25-50%)
- 7 palli - tugev kahjustus - kõik maapealsed osad on hukkunud, kuid juurestik on elus (50-75%)
- 9 palli - kogu taim sh. juurestik on väga tugevalt kahjustunud (75-100%)



Joonis 12. Talvekahjustuse ulatuse hindamine (9 hindepalli - taim on hukkunud).

Kui puitudes võib okste värvus vaarika varrepõletiku kahjustusega sarnaseks muutuda ja raskendada haigustunnuste eristamist, siis hinnati katsevariantide **haigestumist vaarika-varrepõletikku** ning **antraknoosi** septembris, enne taimede täielikku puitumist. Haigestumist varrehaigustesse hinnati hindepallides järgneval skaalal (joonis 13) (Descriptors, 2018):

- 1 pall - kahjustused puuduvad (0-5%)
- 3 palli - väike kahjustus (5-25%)
- 5 palli - keskmine kahjustus (25-50%)
- 7 palli - tugev kahjustus (50-75%)
- 9 palli - väga tugev kahjustus (75-100%)



Joonis 13. Vasakul fotol haigestumise hindamine antraknoosi (9 hindepalli), parempoolsel vaarika-varrepõletikku (7 hindepalli) (*Allikas: Liina Arus, 2013.*)

4.4. Keemilised analüüsid

Enne keemiliste analüüside tegemist valmistati proovid ette järgmiselt: variandi viljad purustati eraldi saumikseriga homogeenseks massiks ning saadud püreest tehti vastavad biokeemilised analüüsid.

Kuivaine sisalduse (%) määramiseks kaaluti 4 g püreestatud marjamassi kuivatuskaalu Precisa EM 120-HR fooliumalusele ning kuivatati proovi 105 °C juures kuni püsiva kaalutise saamiseni. Järele jäänud materjali kaalutise alusel arvutati välja kuivaine osakaal (%).

Viljamassi pH määrati portatiivse pH-meetriga (Oakton, Eutech Instruments Pte Ltd, USA). Seadme sensor asetati homoloogilisse vaarikapüreesse ning seda hoiti kuni pH näidu fikseerumiseni. Iga mõõtmise järel puhastati mõõteriista sensor destilleeritud veega.

Rakumahla kuivaine sisaldus (% Brix) määrati digitaalse refraktomeetriga (Abbe WYA-1S, Optic Ivymen System, Comecta, S.A, Hispaania), selleks filtreeriti homogeensest marjamassist välja mahl, lasti üks tilk refraktomeetri prismade vahele ning registreeriti vastav näit.

Tiitritavate hapete sisalduse (%) mõõtmiseks kaaluti 100 ml koonilisse kolbi 10 g homogeenset vaarikapüreed, millele lisati 50 ml destilleeritud vett. Kolbe kuumutati 20 minutit

80 °C vesivannis ja jahutati toatemperatuurini. Vesilahusele lisati destilleeritud vett, et viia kogus 100 ml-ni, saadud ekstrakt filtreeriti ja saadi mahlalahus. Orgaaniliste hapete sisaldus määrati tiitrimeetriliselt kasutades automaat-tiitratort 905 Titrandot (Metrohm, Šveits). Katseklaasi pipeteeriti 5 ml filtraati, millele lisati 50 ml destilleeritud vett ja seejärel tiitriti 0,1 N NaOH lahusega kuni pH 7,0-ni. Vastavad näidud registreeriti automaatselt analüüsiprotsessi juhtiva arvutiprogrammi Tiamo 2.4 töökeskkonnas (Metrohm, Šveits). Orgaaniliste hapete üldsisaldus väljendati sidrunhappe sisaldusena värsket materjali kohta.

Rakumahlas lahustunud suhkrute ja tiitritavate hapete suhtarv leitakse, et hinnata viljade magusust ja hapusust.

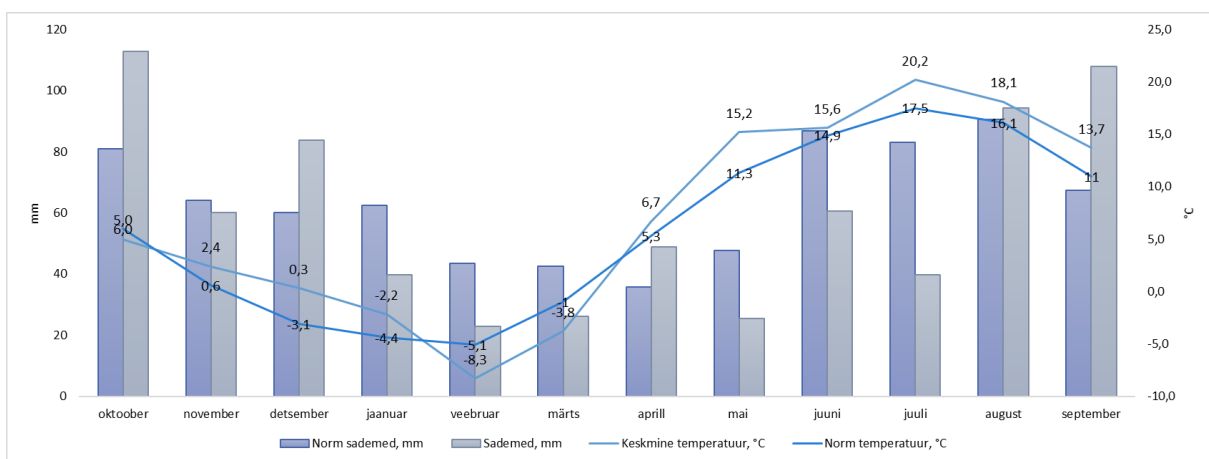
- Suhtarv < 12...15, hapu maitse.
- Suhtarv > 12...15, magus maitse (Kelt *et al.*, 1997).

Polüfenoolide, sealhulgas antotsüaanide ekstraheerimiseks kaaluti 1 g vaarikapüreed kolmes korduses 20 ml kuulveski tuubi, millele pipeteeriti peale 20 ml 50% EtOH lahust koos 1% HCl ja purustati 3 minuti jooksul maksimaalsel kiirusel (IKA Ultra Turrax Tube Drive, Saksamaa). Saadud proovid filtreeriti ja tsentrifuugiti ning määrati vastavate ühendite summaarne sisaldus kromatograafiliselt lainepikkustel 280 ja 520 nm (HPLC-DAD, Shimadzu Nexera X2, Japan). **Polüfenoolide summaarne sisaldus (mg/100g)** arvutati kalibratsioonigraafiku alusel gallushappele 100 g värsket materjali kohta. **Antotsüaanide summaarne sisaldus (mg/100g)** väljendati tsüanidiin-3-glükosiidina 100 g värsket materjali kohta.

Askorbiinhappe sisalduse (mg/100g) määramiseks poolitati sügavkülmutatud vaarikad, millest kaaluti 10 g ja uhmerdati 2% oblikhappe lahuses, kogus viidi 100ml-ni, lasti seista 15 min külmkapis ja pimedas ning seejärel filtreeriti. Sisaldus määrati Tilmansi meetodil automaattitratoriga (Metrohm 905 Titrandot, Šveits), tulemused arvutati sidrunhappele mg/100 g värskes materjalis.

4.5. Katsekoha ilmastikuandmed

Vaarika kasvuperiood lõppes 2017. aastal oktoobri III dekaadil, siis langes temperatuur keskmiselt 0,3°C-ni (Eesti meteoroloogia aastaraamat..., 2018). Kuigi kuude lõikes kulges temperatuuri alanemine oktoobrist märtsini ühtlaselt, siis näiteks novembri I dekaadil tõusis temperatuur võrreldes oktoobri III dekaadiga 3,1 kraadi (joonis 14). Viljandi vaatlusväljakul registreeriti 2018. aasta novembri III dekaadil 1 cm paksune lumikate. Detsembri lõpuks oli lumikate ära sulanud, keskmine õhutemperatuur oli 1°C. Püsiv lumikate tekkis jaanuari II dekaadil (4 cm) ja sulas aprilli alguseks (Eesti meteoroloogia aastaraamat..., 2019). 2017/2018 talv oli üldiselt soe ja päikesepaisteline. Pikk soojem periood detsembris (keskm. temp. -3,1°C) ja jaanuaris (keskm. temp. 2,2°C) lõppes veebruari III dekaadil, kui temperatuur langes -14,9°C, kuid samas oli sel ajal lumikate 22 cm paksune.



Joonis 14. Meteoroloogiline iseloomustus Viljandi kohta ajavahemikus oktoober 2017-september 2018.

2018. aastal oli sademete hulk Viljandis vegetatsiooniperioodil 454 mm, kuid paljude aastate keskmine on 492 mm (Eesti meteoroloogia aastaraamat..., 2019). 2018. aastal lõppesid kevadised öökülmad 23. aprillil, päevi ilma öökülmata oli 167. Alates maikuust algas aktiivne kasvuperiood, siis tõusis temperatuur üle 10°C, sademete summa mai I dekaadil oli 17,4 mm. Maikuu oli soe (3,9°C soojem, kui pikaajalise vaatluse keskmisena) ja kuiv, mai II-III dekaadil oli põud. Ka meteoroloogilised suvekuud olid normist soojemad. Vaarika õitsemise ajal juuni

alguses oli temperatuur 14,0°C. Sademete hulk jäi juunis peaaegu kolmandiku võrra madalamaks kui paljude aastate keskmine. Juulis oli sademeid üle poole vähem ning temperatuur oli 2,7°C kõrgem kui keskmiselt. Augustis oli sademeid veidi üle normi ning temperatuur oli 2°C kõrgem kui aastatepikkune keskmine. September oli normist 2,7°C soojem ning 40,4 mm võrra sademeterikkam. Öökülm esines taas 08. oktoobril.

4.6. Statistiline andmetöötlus

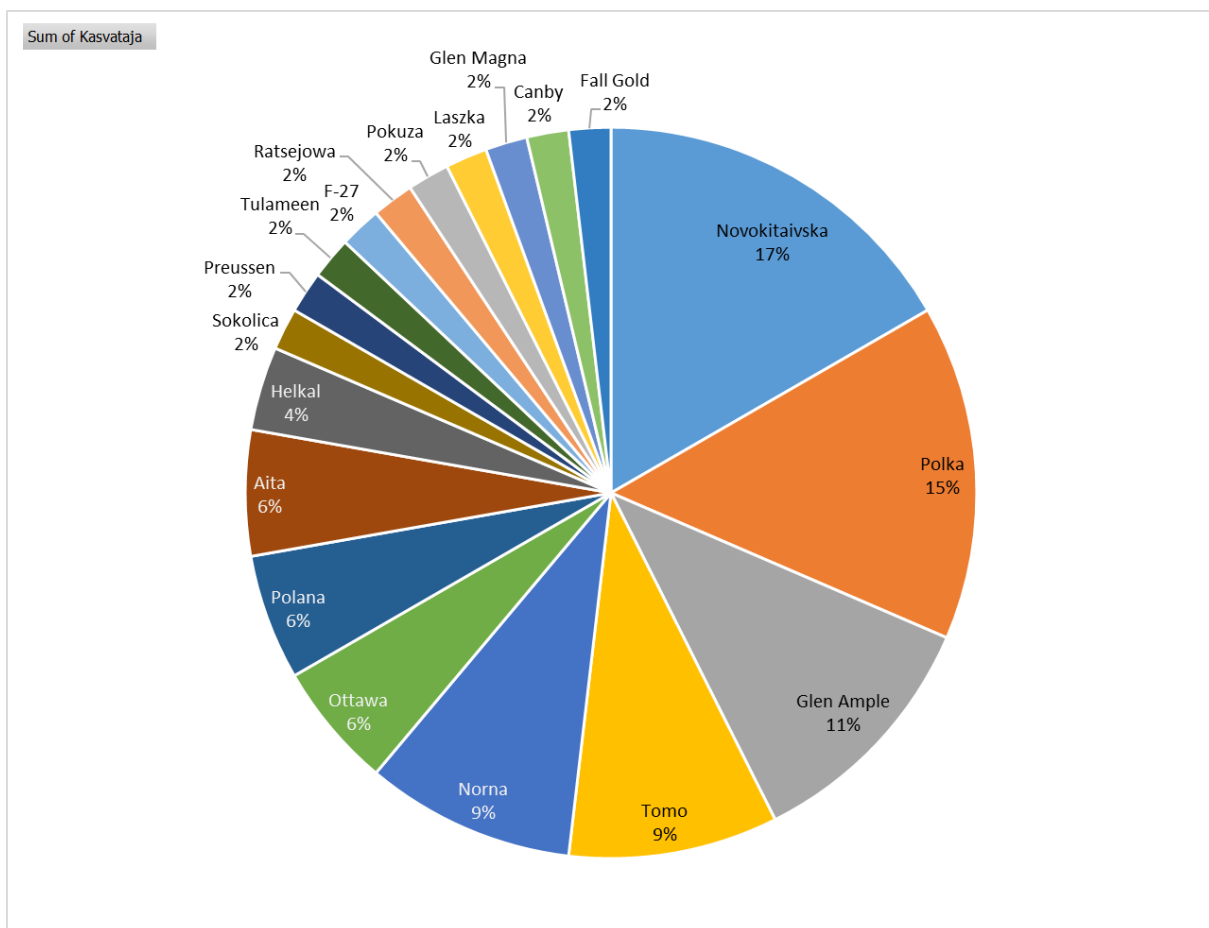
Vaatlusandmed koguti ja biokeemilisi ühendeid määrati kolmes korduses (v. a kuivaine). Andmeid analüüsiti statistiliselt ühefaktorilise dispersioonanalüüsi (Analysis of variance - ANOVA) abil, selle tulemusena leiti aritmeetilised keskmised, diferentsid keskmiste vahel (d) ning variantidevahelise erinevuse hindamiseks arvutati piirdiferentside väärtused 95% usutavuse juures (PD=95%). Erinevad tähed tabelites nr 1–2 näitavad sortide ja seemikute vahel statistiliselt usaldusväärseid erinevusi ($p < 0,05$). Andmete töötlemine ja tulpdiaagrammide koostamine toimus „Microsoft Excel 2016“ programmi abil.

5. TULEMUSED

5.1. Küsitlus

Kogutud andmete põhjal selgus, et Eestis kasvatatakse kõige enam (17%) Ukraina sorti 'Novokitaivska' (joonis 15). Vaarikasorti eelistatakse talvele vastupidavuse, stabiilse saagikuse, heade maitseomaduste ning sobivuse tõttu nii värskelt tarbimiseks kui ka töötlemiseks. Taasviljuvat vaarikasorti 'Polka' kasvatatakse vaid kahe protsendi võrra vähem, eelistena tuuakse välja head maitset, kõrget saagikust ja sobivust sügavkülmutamiseks. Samas tunnistas üks tootja, et hallituse tõttu võib saak hävida ning et suvist saaki pole mõtet korjata. Populaarsematele sortidele järgnes Šotimaa päritoluga 'Glen Ample' (11%), Eesti päritoluga 'Tomo' (9%), Norra päritoluga 'Norna' (9%), Poola päritoluga 'Polana' (6%), Kanada päritoluga 'Ottawa' (6%) ja Eesti päritoluga 'Aita' (6%). 'Glen Ample' väärib äramärkimist peamiselt suurte viljade ja kõrge saagikuse tõttu, kuid samas tõdevad kasvatajad, et tegu on haigusõrnema sordiga, teise puudusena tuuakse välja koguvilja lagunemine korjamisel osaviljadeks. Vaarikakasvatuses valmistab probleeme sortide ebapiisav talve-ja haiguskindlus, seisva vee mittetaluvus ning sortide mitesobivus savisel maal kasvamiseks. Kõik küsitletud nimetasid kokku üheksateistkümmne väga erisuguse sordi kasvatamist. Samuti tõid vastanud välja ka eesti sorte, näiteks vaarikasordi 'Aita', mille headeks omadusteks on viljade varjane valmimine, head maitseomadused ning suured viljad. Kollaseviljaline Eesti sort 'Helkal' pakub eelkõige vaheldust punasele värvile. 'Tomo' puhul toodi välja aga hoopis puudused - talvekahjustuste esinemine kevadel ja varte kuivamine suvel.

Vaarikakasvatuse lõpetamise põhjusena tõid endised kasvatajad välja ebakvaliteetse saagi ja varte kuivamise. Samuti nimetati sordi 'Ottawa' puhul osaviljade nõrka liitumistugevust, mida seostati toitainete puudujäägiga väetamisel. Veel toodi põhjuseks, et ostetud vaarikataimed ei andnud saaki, kuigi hooldusnõuded olid täidetud.



Joonis 15. Eestis kasvatatavate vaarikasortide jaotus küsitluse tulemusena.

5.2. Fenoloogia

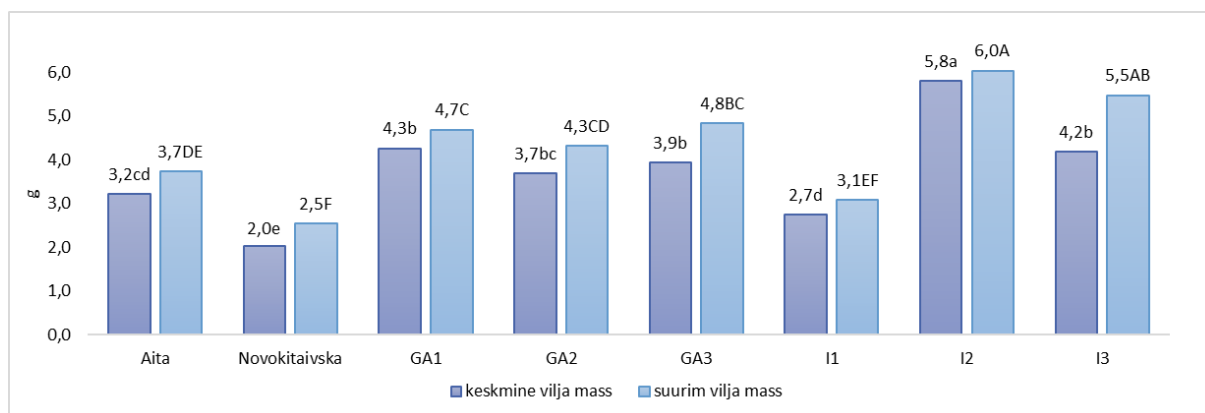
2018. aastal alustasid katsesordid ja valitud seemikud õitsemist vahemikus 29.05–08.06 (tabel 1). Varem alustasid õitsemist kontrollsordid ning kõige hilisemad õitsejad olid valitud aretised II ja I2. Õitsemisest kuni viljumiseni kulus katsevariantidel 25–43 päeva. Viljade valmise algus oli 2–12. juulil. Varasema valmimisega olid sordid 'Aita', 'Novokitaivska', valitud seemik GA1 ja II. Saagi valmimise lõpukuupäev oli 23–26. juuli. 2018. aastal kestis viljade valmimine katsevariantidel 15–25 päeva. Lühima saagiperioodiga oli valitud seemik GA2, GA3 ja I3, samas kui 'Novokitaivska', GA1 ja II saagiperiood oli kõige pikem.

Tabel 1. Katses olevate sortide ja valitud seemikute fenoloogilised andmed

Sort/valitud seemik	Õitse-mise algus	Saagi valmimise algus	Päevade arv õitsemisest saagi alguseni	Saagi valmimise lõpp	Viljade valmimise kestvus päevades
Aita	29.05	02.07	35	23.07	22
Novokitaivska	29.05	02.07	35	26.07	25
GA1	30.05	02.07	34	26.07	25
GA2	31.05	09.07	40	23.07	15
GA3	01.06	09.07	39	23.07	15
I1	08.06	02.07	25	26.07	25
I2	08.06	05.07	28	26.07	22
I3	31.05	12.07	43	26.07	15

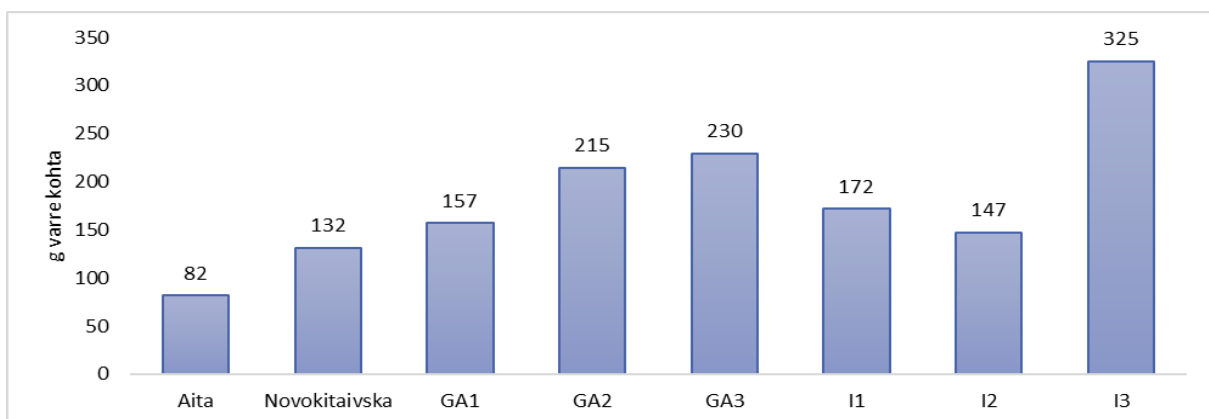
5.3. Vilja mass ja saagikus

Keskmine vilja mass varieerus katsevariantidel vahemikus 2,0–5,8 g (joonis 16). Võrreldes kontrollsortidega 'Aita' ja 'Novokitaivska' jäid kõrgeima keskmise vilja massi poolest silma valitud seemikud GA2 (3,7 g), GA3 (3,9 g), I3 (4,2 g), GA1 (4,3 g) ning I2 (5,8 g). Standardsordi 'Novokitaivska' keskmine vilja mass oli teistest variantidest madalaim (2,0 g). Katsevariantidel mõõdeti ka suurim vilja mass, mis oli kõrgem valitud seemikutel GA1 (4,7 g), GA3 (4,8 g), I3 (5,5 g), I2 (6,0 g). Keskmine ja suurim vilja mass erines sortidel ja seemikutel vahemikus 0,2–1,3g. Väiksemad erinevused keskmises ja suurimas vilja massis avaldusid seemikutel I2 (0,2 g), GA1 (0,4 g) ja I1 (0,4 g), mis näitab, et nende viljad on kõige ühtlasema suurusega.



Joonis 16. Katses olevate sortide ja valitud seemikute keskmine (g) ja suurim vilja mass (g) (Erinevad tähed tähistavad usutavat erinevust; $p < 0,05$, keskmine vilja mass PD95% = 0,6; suurim vilja mass PD95% = 0,7).

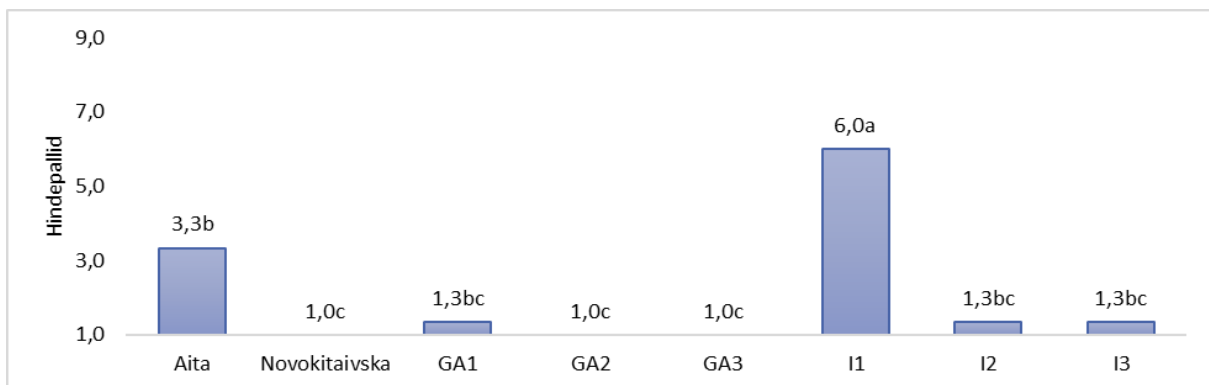
Katsevariantide saagikus oli varieeruv, 82–325 g/varrelt (joonis 17). Kontrollsortide 'Aita' (82 g/varrelt) ja 'Novokitaivska' (132 g/varrelt) saagikus oli valitud seemikute omast madalam. Kõrgeima näiduga olid valitud seemikud I3, GA3 ja GA2, vastavalt 325, 230 ja 215 g/varrelt.



Joonis 17. Katses olevate sortide ja valitud seemikute saagikus (g) varre kohta.

5.4. Kahjustuste esinemine

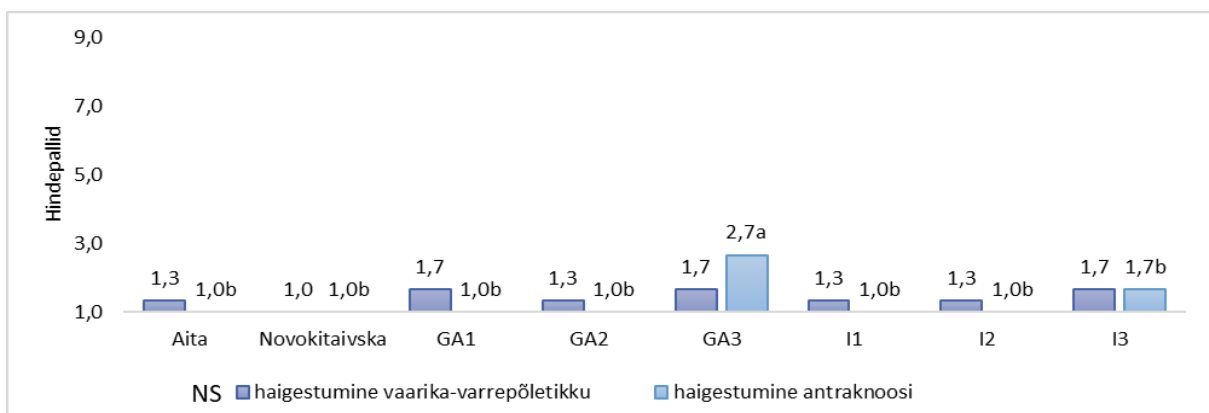
Enamikel katses olnud valitud seemikutel (GA1, GA2, GA3, I2, I3) ja sordil 'Novokitaivska' talvekahjustused puudusid (1,0 hindepalli) või olid väga väikesed (1,3 hindepalli) (joonis 18). Kontrollsort 'Aita' oli väikese talvekahjustusega (3,3 hindepalli), kuid valitud seemik I1 osutus talveõrnaks (6,0 hindepalli).



Joonis 18. Katses olevate sortide ja valitud seemikute talvekahjustuse esinemine hindepallides.

(Erinevad tähed tähistavad usutavat erinevust; $p < 0,05$, $PD95\% = 2,2$).

Haigestumine vaarika-varrepõletikku oli kõigi katsevariantide hulgas ühtlaselt madal (1,0–1,7 hindepalli), statistiline erinevus puudus (joonis 19). Kontrollisordil 'Novokitaivska' puudusid vaarika-varrepõletiku ja antraknoosi kahjustused, kuid kontrollisordil 'Aita' esines madal kahjustus (1,3 hindepalli). Antraknoosi kahjustused olid nii seemikute kui ka sortide osas madalad (1,0–2,7 hindepalli), teistest enam sai kahjustada seemik GA3 (2,7 hindepalli).



Joonis 19. Katses olevate sortide ja valitud seemikute haigestumine vaarika-varrepõletikku ja antraknoosi. (Erinevad tähed tähistavad usutavat erinevust, $p < 0,05$, haigestumine vaarika-varrepõletikku $PD95\% = NS$; haigestumine antraknoosi $PD95\% = 0,7$)

5.5. Biokeemia

Valitud vaarikaseemikute ja sortide kuivaine varieerus 13,9–19,2 % (tabel 2). Kõikidel variantidel jäi kuivainesisaldus madalamaks kui valitud seemikul I3. Viljamassi pH oli katsevariantidel väikese varieeruvusega vahemikus 3,09–3,24. Madalaim pH väärtus oli kontrollisordil 'Aita' ja valitud seemikutel GA2, GA3, GA1.

Rakumahla kuivaine sisaldus jäi katsevariantidel vahemikku 9,1–12,7%. Kõrgeima rakumahla kuivaine sisaldusega oli valitud seemik I1 (12,7%), talle järgnes I3 (12,1%) ja I2 (11,7%). Näitaja oli madalaim valitud seemiku GA3 puhul (9,1%).

Tiitritavate hapete kõrgeim väärtus oli 1,81%, madalaim 1,18%. Kõige kõrgema tiitritavate hapete sisaldusega oli valitud seemik I1 (1,81%), järgnesid GA3 (1,61%) ja GA2 (1,58%), Võrreldes teistega oli näitaja madalaim valitud seemiku I2 puhul (1,18%).

Viljade magusust ja hapusust näitab rakumahla kuivaine ja hapete jagatis, see oli vahemikus 5,6–9,9 (tabel 2). Sellest saab järeldada, et katsevariantidest on kõige magusamad viljad valitud seemikul I2, järgneb I3 ja kontrollsort 'Novokitaivska' vastavalt, 9,9 ja 8,8, 7,5. Kõige madalama tulemusega oli valitud seemiku GA3 viljad.

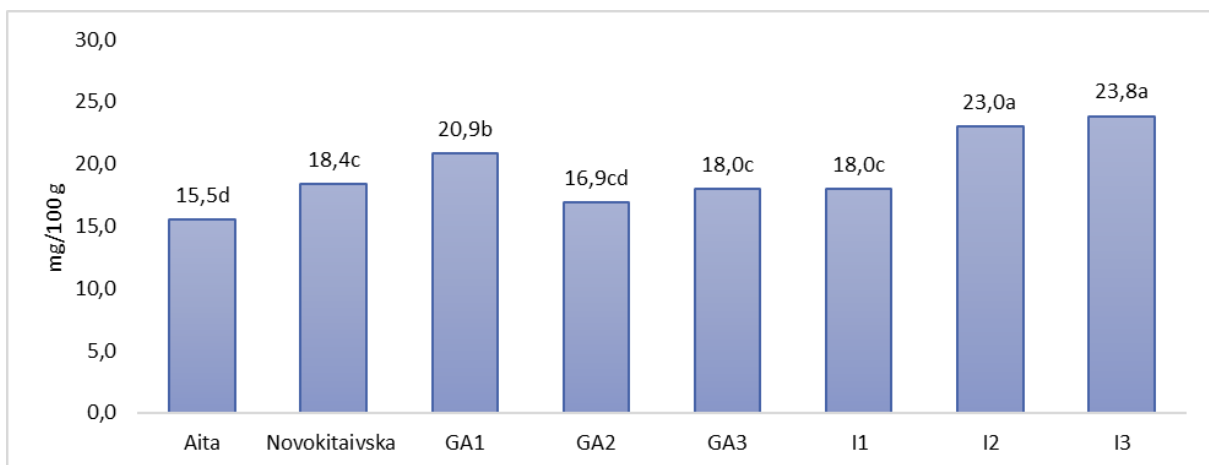
Tabel 2. Katses olevate sortide ja valitud seemikute biokeemiline koostis

Sort/seemik	Viljade biokeemiline koostis				
	Kuivaine, % *	pH	Rakumahla kuivaine, %	Tiitritavad happed, %	Rakumahla kuivaine ja hapete suhe
Aita	19,7	3,09b	9,5g	1,46d	6,5
Novokitaivska	16,4	3,24a	10,6d	1,42e	7,5
GA1	15,0	3,11b	10,0f	1,55c	6,4
GA2	15,2	3,10b	10,3e	1,58bc	6,5
GA3	13,9	3,10b	9,1h	1,61b	5,6
I1	18,1	3,11b	12,7a	1,81a	7,0
I2	16,9	3,24a	11,7c	1,18f	9,9
I3	19,2	3,23a	12,1b	1,39e	8,8
PD väärtused		PD=0,02	PD=0,1	PD=0,03	

Märkused:

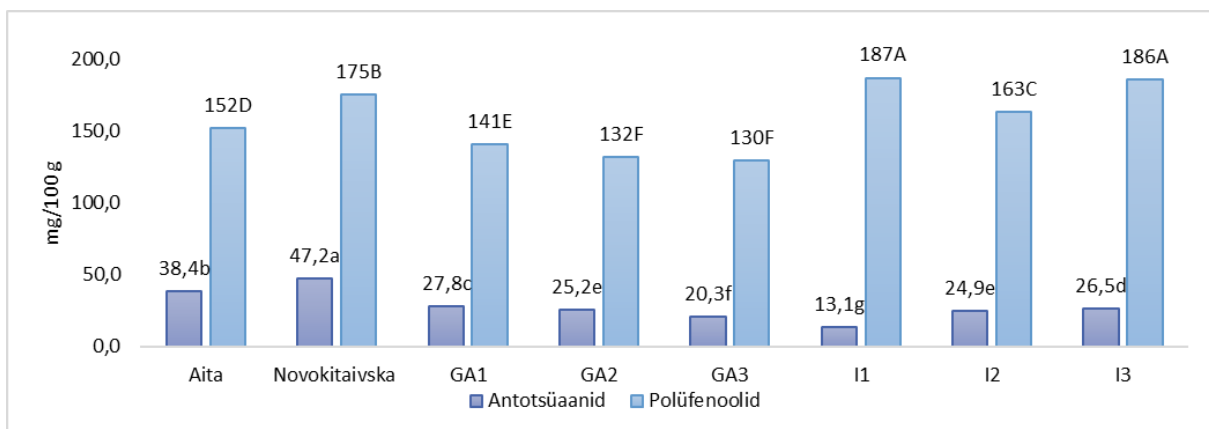
1. Erinevad tähed tähistavad usutavat erinevust, $p < 0,05$
2. * - näitaja on määratud ühest kordusest

Askorbiinhappe sisaldus varieerus katsevariantidel 15,5–23,8 mg/100 g (joonis 20). Kõrgeima askorbiinhappe sisaldusega oli valitud seemikud I3 ja I2, järgnes GA1, sisaldus vastavalt 23,8 mg/100 g, 23,0 mg/100 g ja 20,9 mg/100 g. Madalaima askorbiinhappe sisaldusega oli kontrollsort 'Aita' ja valitud seemik GA2 (16,9 mg/100 g).



Joonis 20. Katses olevate sortide ja valitud seemikute askorbiinhappe sisaldus mg/100 g. (Erinevad tähed tähistavad usutavat erinevust, $p < 0,05$, PD95%=1,8)

Polüfenoolide sisaldus varieerus 130–187 mg/100 g (joonis 21). Kõrgeima polüfenoolide sisaldusega oli valitud seemik I1 ja I3 ning järgnes kontrollsort 'Novokitaivska' (187 mg/100 g, 186 mg/100 g, 175 mg/100 g). Polüfenoolide sisaldus oli madalaim valitud seemikul GA3. Antotsüaanide oli vaarika viljades 13,1–47,2 mg/100 g (joonis 21). Kontrollisordid 'Novokitaivska' (47,2 mg/100 g) ja 'Aita' (38,4 mg/100 g) olid kõige kõrgema antotsüaanide sisaldusega, kõigil valitud seemikutel oli näit madalam. Kõige madalama tulemusega oli seemik I1 (13,1 mg/100 g).



Joonis 21. Katses olevate sortide ja valitud seemikute antotsüaanide ja polüfenoolide sisaldus mg/100 g. (Erinevad tähed tähistavad usutavat erinevust, $p < 0,05$, antotsüaanide sisaldus PD95%=1,0; polüfenoolide sisaldus PD95%=10)

6. ARUTELU

6.1. Fenoloogia

Libek *et al.* 2003 leiab, et soojad temperatuurid, öökülmade ja tugevate vihmajade puudumine soodustab tolmeldamist, sarnased tingimused esinesid ka 2018. aasta kevadel, kui katses olnud vaarikad alustasid õitsemist mai lõpust juuni alguseni. Vaarikate õitsemise ajal oli sademeid liiga vähe - mai III dekaadil sademed puudusid ning juuni I dekaadil oli sademete summa 12,1 mm, maikuu lõikes oli sademeid normist 47% ning juunis 30% vähem (Eesti meteoroloogia aastaraamat..., 2019). Õitsemisest viljumiseni kulus 25–43 päeva. Keskmise päevade arv vaarika õitsemisest saagi valmimiseni on 37, sõltuvalt sordist ja ilmast (Parksepp, 1977). Tootmises hinnatakse rohkem sorte, mis on varase valmimisega, ka kõik katsevariandid olid varase kuni varajasepoolse valmimisega (02.07–12.07). Kõige varasema valmimisega (02.07) olid sordid 'Aita' ja 'Novokitaivska' ning valitud seemikud GA1 ning I1.

6.2. Vilja mass ja saagikus

Keskmine vilja mass oli võrreldav (2,0–5,8g) Serbias läbi viidud uuringuga (2,9–4,7g) (Milivojević *et al.*, 2012), kuid käesoleva katse minimaalne tulemus oli sellega võrreldes madalam ja maksimaalne tulemus kõrgem. Valitud seemikutest ületasid keskmise vilja massi kriteeriumi (alates 3,0 g) - GA2 (3,7 g), GA3 (3,9 g), I3 (4,2 g), GA1 (4,3 g) ja I2 (5,8 g) (tabel 3). Kontrollsortide 'Aita' ja 'Novokitaivska' keskmise vilja massi näit oli katses 3,2 g ja 2,0 g, kuid varasematel aastatel on see suurem olnud, vastavalt 3,7 g ja 2,8 g (Kikas *et al.*, 2002). Samas võib näitaja aastati varieeruda, väiksema keskmise vilja massi põhjuseks katses võis olla kõrge temperatuur viljade valmimise ajal (Remberg *et al.*, 2010). Kirjanduse andmetel mõjutab genotüüp oluliselt vilja massi (Palonen *et al.*, 2017). Strautiņa *et al.* (2012) leiab, et madal

sademetek hulk juulis vähendab vilja massi, katse ajal oli aga juulikuus sademeid üle poole vähem kui normikohaselt (Eesti meteoroloogia aastaraamat..., 2019).

Valitud seemiku I2 **suurim vilja mass** oli katsevariantidest kõige kõrgem (6,0 g). Väikseim erinevus keskmise ja maksimaalse vilja massi vahel oli samuti valitud seemikul I2 (0,2 g) ning suurim esines valitud seemikul I3 (1,3 g), see viitab I2 puhul viljade suuruse ühtlikkustele ning I3 puhul suuremale varieeruvusele. Venemaal tehtud katses oli taasviljuvate sortide suurim vilja mass 4,5–12,0 g, see erines sortide keskmisestvilja massist 1,8 korda (Kazakov *et al.*, 2012), samas kui käesolevas katses erines suurus katsevariantidel 1,0–1,3 korda.

Parksepa skaala alusel oli katsevariantide **saagikus** väike (60–120g), keskmine (120–240 g) ja suur (240–480 g), näit varieerus vahemikus 82–325 g/varrelt. Norras läbi viidud uuringus oli vaarikate saagikus varre kohta veidi suurem, keskmiselt 364 g (Heibeg *et al.*, 2002), see võib olla tingitud sellest, et tegemist oli väga noore istandikuga ning veel ei saadud tegelikke saagiandmeid. Lisaks puudus katseaias ka kastmissüsteem ning kevadel ja suvel esines põuda. Maikuu oli kuiv ning 3,9°C soojem, kui pikaajalise vaatluse keskmisena, sademeid oli normist 47% vähem (Eesti meteoroloogia aastaraamat..., 2019), mis võis mõjuda halvasti vaarika saagikusele (Libek *et al.*, 2003). Juulis on vaarikataimele niiskus väga oluline, selle puudumine vähendab saaki oluliselt (Libek *et al.*, 2003), kuid keskmisega võrreldes oli sademeid 52,1% vähem ning temperatuur 2,7°C kõrgem (Eesti meteoroloogia aastaraamat..., 2019).

6.3. Kahjustuste esinemine

Vaarikaistandiku saagikus, produktiivne eluiga ja varte areng sõltub oluliselt ilmastikust (Parksepp, 1977), seetõttu on väga oluline valida sort, mis ei saaks suuri **talvekahjustusi** (Parksepp, 1977; Libek *et al.*, 2003). Kui Lääne-Euroopast sissetoodud sordid ei talu piisavalt külma, siis Venemaa päritoluga sortidel esineb kahjustusi pigem soojadel ja sulaperioodidega talvedel (Lācis *et al.*, 2017). 2017. aasta september ei olnud vaarika varte puitumiseks kuigi soodus, sest kuu jooksul oli sademeid poole rohkem kui tavaliselt (Eesti meteoroloogia aastaraamat..., 2018) ning liigsed sademed sügisel võivad puitumisele halvasti mõjuda (Libek *et al.*, 2003). 2017/2018. aasta talv oli vaarikataimede pigem soodne - detsembris ja jaanuaris oli temperatuur keskmisest soojem, kuid jaanuaris esines suuremaid temperatuuri kõikumisi

erinevatel dekaadide vahel (Eesti meteoroloogia aastaraamat..., 2019). Jaanuarist märtsini esines paks lumikate, mis kaitses taimi talvekahjustuste eest. Veebruari III dekaadil toimus järsk temperatuuri muutus, kui temperatuur langes $-14,9^{\circ}\text{C}$ -ni, ka kuu keskmine temperatuur oli normist $3,2^{\circ}\text{C}$ võrra madalam, samas kui lumikatte paksus oli 22 cm (Eesti meteoroloogia aastaraamat..., 2019), mis kaitseb juuri külmakraadide eest täielikult (Libek *et al.*, 2003). Märtsi temperatuur oli normist $2,8^{\circ}\text{C}$ madalam (Eesti meteoroloogia aastaraamat..., 2019). Palonen (2006) andmetel mõjutab vaarikate külmakindlust ainult temperatuur, talvekindlust parandab vaarikavarte tiheduse vähendamine (Buszard, 1986) ja taimede varasem kasvu lõppemine (Säkö & Hiirsalmi, 1980). Talvekahjustused võivad tekkida üleliigsest väetamisest (Nestby & Kongsrud, 1993). Käesolevas katses oli Eestis aretatud 'Aita' (3,3 hindepalli) talvekahjustustele altim kui Ukraina sort 'Novokitaivska' (1,0 hindepalli). Ka Arus *et al.* (2008) on märkinud, et meie oludes on 'Novokitaivska' talvekindel. Valitud seemikutel üldiselt puudus või esines väike talvekahjustus. Ainult II talvekahjustus oli kõrgem (6 hindepalli), kui seatud alampiir (3 hindepalli). Valitud seemik vajab siiski jätkuvalt uuringuid, sest 2016-17. aasta vaatluste põhjal pole talvekahjustusi esinenud (Polli sordiaretusandmekogu, 2016-17) (tabel 3). Madalamale talvekindlusele võib osutada lehtede enneaegne langemine (Doughty *et al.*, 1972). Jennings & Cormack (1969) väitel aitab lehtede varajasem langemine vartes niiskust säilitada, kuid niiskus pungades mõjub külmakindlusele negatiivselt (Schwartz, 1935).

Vaarika-varrepõletik on ohtlik ja levinud varrehaigus, tõsistel juhtudel võivad taimed isegi hukkuda (Mikulic-Petkovsek *et al.*, 2014). Teisalt kujutab suurem haigestumine ohtu saagikusele järgnevatel aastatel (Mikulic-Petrovsek *et al.*, 2014; Libek *et al.*, 2003). Katsevariantide seas oli haigestumine vaarika-varrepõletikku madal kuni puudus täielikult (1,0–1,7 hindepalli) ning vastasid valitud seemikud sätestatud kriteeriumile (tabel 3). Kahel varasemal aastal on valitud seemikute hulgas kahjustusi esinenud, kuid need on olnud väga madalad (keskmine 1,0–2,5 hindepalli). Vähene haigestumine võib olla seotud valitud seemikute kõrgema haiguskindlusega vaarika-varrepõletikule, sest haiguskindlus sõltub genotüübist (Funt, 2013). Lisaks olid katse taimed hooldatud ja väetatud (istandiku hooldamata jätmine, puudulik väetamine ja üleväetamine võivad soodustada haigestumist varrepõletikku) (Libek *et al.*, 2003). Samas oli suvi äärmiselt soe ja see soodustab vaarikaokstele koorelõhede tekkimist, kust haigusetekiitajad saavad sisse tungida (Libek *et al.*, 2003). Haiguse levikule avaldavad toimet ka sademed, nende mõjul alustavad spoorid oma elutsükli (Bushway *et al.*,

2008). Veel on leitud, et kilemultši kasutamisel esineb istandikus vaarika-varrepõletiku kahjustust mõnevõrra rohkem (Olep, 2007). Varrepõletikku haigestumine võib omakorda talvekindlust vähendada (Maurer, 1974). **Vaarika-antraknoos** on varrehaigus, mis võib põhjustada saagilangust ning vähendada külmakindlust (Bremen, 1991; Ruutiainen, 1995). Antraknoosi haigestumine valdavalt puudus (1,0 hindepalli) või oli madal (1,7-2,7 hindepalli), kõik valitud seemikud vastasid kriteeriumile (tabel 3). Kahe viimase aasta andmetel on GA3 ja I3 haigestumine hindepallides käesoleva katsega sarnane, vastavalt 2,0 ja 1,5 (Polli sordiaretusandmekogu, 2016-2017). Kontrollsortidid 'Aita' ja 'Novokitaivska' ei haigestunud 2018. aastal antraknoosi (1 hindepall). Kirjanduse järgi on sort 'Aita' antraknoosile vastupidav ja 'Novokitaivska' mõõduka vastupidavusega (Arus *et al.*, 2008). Kahjustuse puudumist või madalat kahjustust võib seostada vähese sademete hulga ja sooja suvega, sest need ei soosi antraknoosi eoste idanemist (Libek *et al.*, 2003). Antraknoosi nakatumise vähendamiseks saab kasvatada vähem vastuvõtlikke sorte (Libek *et al.*, 2003), kuid Hanni (2001) on leidnud, et ka kasvukoht mõjutab haigestumise ulatust. Haigestumise raskus sõltub infektsiooni perioodiaegsest temperatuurist ja sellest, kui pikalt on varred pärast vihma märjad (Funt, 2013). Bremer (1991) leiab, et seenhaiguste levik on seotud talvekindlusega, madala talvekahjustuste tõttu 2018. aastal võis ka seenhaiguste levik väiksem olla. Samas oli katseistandik noor, millest tingituna võis ka haigestumine madalam olla.

6.4. Biokeemia

Toitumise jälgimisel on toitainete ja mineraalide sisaldus märgitud **kuivaine** kohta, seega on iga koostisosa puhul oluline arvestada vee sisaldust, kui arvutatakse toidust saadavaid toitaineid (Reiling, 2011). Käesolevas katses oli vaarikasortides ja valitud seemikutes kuivaine sisaldus 13,9–19,2%, seega nad koosnevad 86,1–80,8% veest. Ka varem on Eestis kasvanud vaarikasortide kuivaine sisalduse puhul sarnane tulemus leitud (14,1–18,2%) (Vinogradov, 2017). Ligilähedase tulemuse (12,4–19,0%) kuivaine sisalduse osas on leitud ka Leedus (Viškelis *et al.*, 2012). Toiduainetööstusele on oluline näitaja **pH**, näiteks pärsib madala väärtusega pH mikroorganismide teket ning suurendab säilivust (Andrés-Bello *et al.*, 2013).

Vaarika pH tase (3,09–3,24) oli töös sarnane Leedus läbi viidud uuringuga, kus pH väärtused olid 2,96–3,35 (Viškelis *et al.*, 2012).

Rakumahla kuivaine ja tiitritavad happed on vaarika viljades oluliseks sensoorseks tunnuseks ja nende koostoime kujundab maitset. **Rakumahla kuivaine sisaldus** oli vaarikasortides ja valitud seemikutes 9,1–12,7%. Kõrgema rakumahla kuivaine sisaldusega olid valitud seemikud I1 (12,7%), I3 (12,1%) ja I2 (11,7%). Varasemas uuringus on leitud, et sordi 'Aita' rakumahla kuivaine näit on samuti 9,5% ning 'Novokitaivska' oma käesolevast katsest (10,6%) veidi madalam (10,1%) (Arus *et al.*, 2008). Ka kirjanduses on leitud sarnane rakumahla kuivaine tulemus - Talcott (2007) andmetel on see 9,3–13,0%, kuid Serbias läbi viidud katses oli näitaja vaarikasortidel vahemikus 10,2–11,7% (Milivojević *et al.*, 2012), kirjanduse andmetel võib seda mõjutada kasvukoht (Malowicki *et al.*, 2008). Lisaks mõjutab ka ilmastik vaarika viljades biokeemiliste ühendite sisaldust - sooja ja põuase ilma korral on rakumahla kuivaine sisaldus kõrgem. Katsevariantidel oli **tiitritavate hapete sisaldus** 1,18–1,81%, kõrgem tiitritavate hapete sisaldus oli valitud seemikutel I1 (1,81%), GA2 (1,61%) ja GA3 (1,58%). See oli väga lähedane (1,1–1,8%) autoriga Milivojević *et al.* (2012). Samas leiab Strautiņa *et al.* (2012), et tiitritavate hapete sisaldus võib vaarikates küündida isegi 2,9%-ni. **Rakumahla kuivaine ja hapete vahekord** oli katsevariantides vahemikus 5,6–9,9. Vaid ühe valitud seemiku - GA3 rakumahla kuivaine ja tiitritavate hapete sisaldus (5,6) oli madalam kui sätestatud alampiir (6,5) (tabel 3). Sellest järeldub, et kõige magusamad viljad on valitud seemikul I2, järgneb I3 ja kontrollsort 'Novokitaivska' vastavalt, 9,9 ja 8,8, 7,5. Varem on Vinogradov (2017) leidnud, et 'Aita' rakumahla kuivaine ja hapete suhe on 6,1, näitaja oli käesolevas katses veidi kõrgem (6,5), see tuleneb madalamast tiitritavate hapete sisaldusest.

Puuviljad ja marjad on oluliseks askorbiinhappe allikaks inimese toidus, selle sisaldus näitab tervislike omaduste olemasolu viljades (Bobinaitė *et al.*, 2012). Kelt *et al.* (1997) leiab, et **askorbiinhappe sisaldus** on kõrgem soojal ja mõõdukate sademetega suvel, samas põuase ilmaga, nagu seda oli 2018. aasta, on mõju keemilisele koostisele negatiivne. Katses esinesid pigem madalamad tulemused (15,5–23,8 mg/100 g). Strautiņa *et al.* (2012) määras kindlaks, et askorbiinhapet on vaarikasortides 20,1–40,3 mg/100 g, kuid Leedu uuringu tulemus oli käesoleva katsega sarnasem (15,6–24,4 mg/100 g) (Bobinaitė *et al.*, 2012). Kõrgema

askorbiinhappe sisaldusega olid valitud seemikud I3, I2 ja GA1, vastavalt 23,8, 23,0 ja 20,9 mg/100 g. Varasemalt on leitud, et sort 'Novokitaivska' sisaldab 23,5 mg/100 g askorbiinhapet (Arus *et al.*, 2008), mis on enam kui käesolevas töös (18,4 mg/100 g).

Olulise osa antioksidatiivsest toimest marjakultuurides annavad **polüfenoolid** (Szajdek & Borowska, 2008). Uus-Meremaal läbi viidud uuringust selgub, et keskendudes sordiaretuses üksnes kõrgele saagikusele, mõjub see antioksidantsusele ning polüfenoolide ja antotsüaanide sisaldusele halvasti, sest biokeemilise koostise ja saagi vahel on negatiivne seos (Stephens *et al.*, 2009). Kirjanduse andmetel sõltub vaarikas polüfenoolide sisaldus kasvukohast (Häkkinen & Törrönen, 2000), viljade valmimise astmest (Connor *et al.*, 2002) aga ka genotüübist (Anttonen & Karjalainen, 2005). Vaarikasortides ja valitud seemikutes oli polüfenoolide sisaldus 130–187 mg/100 g. Kõrgeima polüfenoolide sisaldusega olid kaks valitud seemikut I1 (187 mg/100 g) ja I3 (186 mg/100 g), järgnes kontrollsort 'Novokitaivska' (175 mg/100 g), kuid sätestatud kriteeriumile vastas ka valitud seemik I2 (163 mg/100 g). Mazur *et al.* (2014) andmetel on polüfenoolide sisalduse näit sorditi 118–212 mg/100 g, mis oli ka katsevariantidel lähedane. Olulised antioksidandid vaarika viljades on veel **antotsüaanid** (Mullen *et al.*, 2002), mis moodustavad polüfenoolidest 9,9–21,2% (Viškelis *et al.*, 2012). Kirjanduse andmetel on need seotud ka viljade värvuse, lõhna ja maitsega (Bobinaitė *et al.*, 2016). Antotsüaanide sisaldus vaarikates võib märkimisväärselt erineda, tulenevalt eri analüüsimeetoditest või geneetilistest faktoritest (Bobinaitė *et al.*, 2016). Käesolevas katses oli antotsüaanide sisaldus vahemikus 13,1–47,2 mg/100 g. Antotsüaanide sisaldus oli kõrgeim kontrollsortidel, neile järgnes valitud seemik GA1 (27,8 mg/100 g). Anttonen ja Karjalainen (2005) leidsid, et Soomes kasvatatud vaarikasortides oli antotsüaanide sisaldus 19–51 mg/100 g, mis on sarnane ka käesoleva katse tulemustega.

Tabel 3. Valitud seemikutele vastavus sätestatud majanduslik-bioloogilistele tunnustele

Valitud seemik	VM	TK	VP	A	BRIX/TH	P	Vastavus tunnustele	m-b
GA1 (50-12-4)	+	+	+	+	+	-	EI	
GA2 (50-12-14)	+	+	+	+	+	-	EI	
GA3 (50-12-17)	+	+	+	+	-	-	EI	
I1 (69-12-13)	-	-	+	+	+	+	EI	
I2 (69-12-14)	+	+	+	+	+	+	JAH	
I3 (69-12-24)	+	+	+	+	+	+	JAH	

Märkused:

1. VM - vilja mass (al. 3 g)
2. TK - talvekahjustuse ulatus (kuni 3 hp)
3. VP - haigestumine vaarika-varrepõletikku (kuni 3 hp)
4. A - haigestumine antraknoosi (kuni 3 hp)
5. BRIX/TH - rakumahla kuivaine ja tiitritavate hapete suhe (al. 6,2)
6. P - polüfenoolide sisaldus (al. 163 mg/100 g)

KOKKUVÕTE JA JÄRELDUSED

Magistritöö **eesmärk** oli järgmine:

1. anda ülevaade vaarika sordiaretuse suundumustest;
2. võrrelda vaarika kahe ristamiskombinatsiooni (GA - 'Alvi' x 'Glen Ample', I - 'Alvi' x 'Ina') valitud seemikuid fenoloogiliste ja majanduslike omaduste ning biokeemilise koostise alusel.

Püstitatud **hüpotees** oli järgmine: vaarika valitud seemikutel on head majanduslik-bioloogilised omadused (vastupidavus talvele ja haigustele või vähene kahjustumine, suured viljad, hea viljade kvaliteet) ning nendega tasub jätkata edasist sordiaretustööd.

2018. aastal Viljandimaal Polli aiandusuuringute keskuse sordiaretuse aias läbi viidud uuringust selgus valitud seemikute kohta järgmist:

- Suured viljad olid valitud seemikul I2 (5,8 g), järgnes GA1 (4,3 g), I3 (4,2 g), GA3 (3,9 g), GA2 (3,7 g).
- Saagikus varre kohta varieerus valitud seemikutel 147-325 g.
- Talvekahjustuse ulatus oli sel aastal pigem madal. Talvekahjustustele vastupidavamaks (1,0–1,3 hindepalli) osutusid valitud seemikud GA1, GA2, GA3, I2 ja I3. Samas kui I1 (6,0 hindepalli) sai kõige enam kahjustada.
- Valitud seemikud olid vaarika-varrepõletikule väga hea vastupidavusega (1,3–1,7 hindepalli).
- Haigestumine vaarika antraknoosi oli üldiselt madal (1,0–1,7 hindepalli), teistest enam haigestus valitud seemik GA3 (2,7 hindepalli).
- Kõrgema rakumahla kuivaine sisaldusega olid I1 (12,7%), I3 (12,1%) ja I2 (11,7 %). Tiitritavate hapete sisaldus oli kõrgeim valitud seemikutel I1 (1,81%), GA3 (1,61%) ja GA2 (1,58%). Kõrgema rakumahla kuivaine ja tiitritavate hapete suhtega olid valitud seemik I2, järgnes I3 ja kontrollsort 'Novokitaivska', vastavalt 9,9 ja 8,8, 7,5.
- Valitud seemikud I3 ja I2 oli kõrgeima askorbiinhappe sisaldusega, vastavalt 23,8 ja 23,0 mg/100g.

- Kõrgeima polüfenoolide sisaldusega oli valitud seemik I1 (187 mg/100 g) ja I3 (183 mg/100 g). Antotsüaanide sisaldus oli kõrgeim kontrollsortidel, neile järgnes valitud seemik GA1 (27,8 mg/100 g).

Hüpotees vastas osaliselt tõele, valitud seemikud I2 ja I3 olid katseaastal heade majanduslik-bioloogiliste omadustega. Lähtuvalt 2018. aastal läbiviidud katsest oli valitud seemik **I2** (69-12-14) parimate majanduslik-bioloogilised omadustega:

- suured viljad (5,8 g),
- madal talvekahjustus (1,3 hp),
- vähene haigestumine vaarika-varrepõletikku ja antraknoosi (1,3 hp; 1,0 hp),
- kõrge rakumahla kuivaine sisaldus (11,7%),
- kõige kõrgem rakumahla kuivaine ja tiitritavate hapete suhtarv katses (9,9),
- suurim askorbiinhappe sisaldus katses (23,0 mg/100 g).

Valitud seemikul **I3** on järgmised head majanduslik-bioloogilised omadused:

- suured viljad (4,2 g),
- suur saagikus (325 g/vars),
- madal talvekahjustus (1,3 hp),
- vähene haigestumine vaarika-varrepõletikku ja antraknoosi (1,7 hp; 1,7 hp),
- kõrge rakumahla kuivaine sisaldus (12,1%),
- kõrge rakumahla kuivaine ja tiitritavate hapete suhtarv (8,8),
- suurim askorbiinhappe sisaldus katses (23,8 mg/100 g),
- kõrgeim polüfenoolide sisaldus katses (186 mg/100 g).

Ühe aasta andmete põhjal ei saa kinnitada, kas valitud seemikute omadused on püsivad. Seetõttu jätkatakse vaatlusandmete kogumist, et selgitada välja omaduste püsima jäämine.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

The aim of the present study was to

1. give an overview of tendencies of raspberry breeding,
2. compare seedlings from two crossed combinations (GA - 'Alvi' x 'Glen Ample', I - 'Alvi' x 'Ina') based on phenology, economy and biochemical composition.

The hypothesis was as follows: selected seedlings have good economical-biological traits (good tolerance to winter and diseases, large fruits, good fruit quality) and therefore is eligible in further breeding.

The results of study made in Viljandimaa Polli Horticulture Research Station in 2018 are:

- Selected seedling I2 (5.8 g) had the biggest fruits, followed by GA1 (4.3 g), I3 (4.2 g), GA3 (3.9 g), GA2 (3.7 g).
- The biggest yield was recorded for selected seedlings I3 (325 g per cane), followed by GA3 (230 g per cane), GA2 (215 g per cane)
- The range of frost damage was rather low. Selected seedlings GA1, GA2, GA3, I2 and I3 were tolerant to frost damage. However, I1 (score 6.0) was the most susceptible.
- Selected seedlings were tolerant to spur blight (score 1.3–1.7), there was no significance in the susceptibility to spur blight between the variants.
- Susceptibility to raspberry anthracnose was also low (score 1.0–1.7), GA3 was a little more susceptible (score 2.7).
- Selected seedling I1 had the highest content of total soluble solids followed by I3 and I2, respectively 12.7%, 12.1%, and 11.7 %. High amount of titratable acids was obtained from I1 (1.8%), GA3 (1.6%) and GA2 (1.6%). I2 (9.9) and I3 (8.8) had a high ratio of total soluble solids and titratable acids.
- I3 ja I2 were rich in ascorbic acid, respectively 23.8 and 23.0 mg/100g.

- High level of polyphenols was found in the fruits of I1 (187 mg/100 g) and I3 (183 mg/100 g). Highest anthocyanin content of selected seedlings was recorded in the fruits of GA1 (27.8 mg/100 g).

The hypothesis was partly approved - selected seedlings I2 and I3 had good economical-biological traits in the experimental year. From the present study in 2018 it has been found that selected seedling **I2** (69-12-14) has the following good economical-biological traits:

- big fruits (5.8 g),
- low susceptibility to winter frost (score 1.3),
- low susceptibility to spur blight and resistant anthracnose (score 1.3 ; score 1.0),
- high content of total soluble solids (11.7%),
- highest ratio of total soluble solids and titratable acids in the experiment (9.9),
- highest ascorbic acid content in the experiment (23.0 mg/100 g).

Selected seedling **I3** (69-12-24) has the following good economical-biological traits:

- big fruits (4.2 g),
- medium yield (325 g per cane),
- low susceptibility to winter frost (score 1.3),
- low susceptibility to spur blight and anthracnose (1.7 hp; 1.7 hp),
- high ratio of total soluble solids and titratable acids (8.8),
- highest ascorbic acid content in the experiment (23.8 mg/100 g),
- highest polyphenol content in the experiment (186 mg/100 g).

Based on 1 year of experiments, it is not clear whether these traits are permanent. Evaluations will be continued with the selected seedlings for long-term testing to determine which seedlings have good and persistent traits.

KASUTATUD KIRJANDUS

2014. aasta tööde aruanne. (2014). “Sordiaretusprogramm 2009–2019” lisa 2. Sordiaretusprogrammi aruanne. Põllumajandusministeerium.
2016. aasta tööde aruanne. (2016). “Sordiaretusprogramm 2009–2019” lisa 2. Sordiaretusprogrammi aruanne. Maaeluministeerium.
2018. aasta tööde aruanne. (2018). “Sordiaretusprogramm 2009–2019” lisa 2. Sordiaretusprogrammi aruanne. Maaeluministeerium.
- Andrés-Bello, A., Barreto-Palacios, V., García-Segovia, P., Mir-Bel, J., Martínez-Monzó J.** (2013). Effect of pH on Color and Texture of Food Products. - *Food Engineering Reviews*. Vol. 5, No. 3, pp. 158–170.
- Anttonen, M.J., Karjalainen, R.O.** (2005). Environmental and genetic variation of phenolic compounds in red raspberry. - *Journal of Food Composition and Analysis*. Vol. 18, pp. 8, pp. 759–769.
- Arus, L., Kikas, A., Libek, A., Kaldmäe, H.** (2008). Testing five raspberry cultivars of Estonian origin. - *Acta Horticulturae*. No. 777, pp. 161–166. Arus, L. (2013). Vaarikasordid 'Alvi', 'Aita', 'Novokitaivska', 'Glen Ample', vaarika kahjustused (Foto.)
- Arus, L., Kikas, A., Kaldmäe, H., Kahu, K., Luik, A.** (2013). Damage by raspberry beetle (*Byturus tomentosus* De Geer) in different raspberry cultivars. - *Biological Agriculture ja Horticulture*. Vol. 29, No. 4, pp. 227–235.
- Arus, L.** (2015). Taasviljuv vaarikas. Aiandusfoorum. http://epkk.ee/wp-content/uploads/2015/03/Aiandusfoorum2015.-Vaarikas.-L.Arus_.pdf (05.09.2017)
- Arus, Liina.** Ristamise tehnika. Autori intervjuu. Üleskirjutis. Polli, Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituutdarrodees. 18.02.2019.
- Bobinaitė, R., Viškelis, P. Venskutonis, P.R.** (2016). Chemical composition of raspberry (*Rubus* spp.) cultivars. In: M. Simmonds, V. Preedy (eds.). *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*. London: Academic Press, pp 713–731.
- Bobinaitė, R., Viškelis, P., Rimantas, P.** (2012). Variation of total phenolics, anthocyanins, ellagic acid and radical scavenging capacity in various raspberry (*Rubus* spp.) cultivars. - *Food Chemistry*. Vol. 132, No. 3, pp. 1495–1501.

- Breeding and variety trials, the breeding department for fruit and small fruit crops. (2018). Інститут садівництва Національної академії аграрних наук України. [вебсайт] http://sad-institut.com.ua/en/history_of_the_institute.html (16.11.2018)
- Bremen, K.** (1991). Hedelmä- ja marjakasvien taudit. - Kasvinsuojeluseuran julkaisu n:o 84 2.uudiseto pianos. Jyväskylä, s 82.
- Bushway, L., Pritts, M., Handley, D.** (2008). Raspberry and Blackberry Production Guide (NRAES-35). Natural Resource, Agriculture, and Engineering Service (NRAES), Ithaca, New York.
- Buszard, D.** (1986). The effect of management system on winter survival and yield of raspberries in Quebec. - *Acta Horticulturae*. No. 183, pp. 175–181.
- Connor, A.M., Luby, J.J., Hancock, J.F., Berkheimer, S. and Hanson, E.J.** (2002). Changes in fruit antioxidant activity among blueberry cultivars during cold-temperature storage. - *Journal of agricultural and food chemistry*. Vol. 50, No. 4, pp. 893–898.
- Crops. (2017). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (21.09.2018).
- Darrow, G. M.** (1937). Blackberry and raspberry improvement. U.S. Department of Agriculture Yearbook of Agriculture. pp. 496–533.
- de Ancos, B., González, E. M., Cano, M.P.** (2000). Ellagic Acid, Vitamin C, and Total Phenolic Contents and Radical Scavenging Capacity Affected by Freezing and Frozen Storage in Raspberry Fruit. - *Journal of agricultural and food chemistry*. Vol. 48, pp. 4565–4570.
- Denes, F. and Kollanyi, L.** (1999). Breeding and variety evaluation of bramble fruit in Hungary. - *Acta Horticulturae*. No. 505, pp. 47–52.
- Descriptors. (2018). Latvijas ģenētiskie resursi. Raspberry (*Rubus idaeus* L.) Descriptors II accession management, multiplication/regeneration descriptors. [WWW] <http://www.genres.lv/en/kulturaugi/deskriptori/> (22.04.2018)
- Dossett, M., Bassil, N.V., Finn, C.E.** (2012). SSR fingerprinting of black raspberry cultivars shows discrepancies in identification. - *Acta Horticulturae*. No. 946, pp. 49–53.
- Doughty, C.C., Crandall, P.C., Shanks C.H.** (1972). Cold injury to red raspberries and the effect of premature defoliation and mite damage. - *Journal of the American Society for Horticultural Science*. Vol. 97, pp. 670–673.
- Eesti meteoroloogia aastaraamat 2016. (2017). /Koost. K. Loodla, E. Tillmann, A. Kallis, R. Pärj, K. Vint, E. Juust, M. Krabbi. Keskkonnaagentuur. (08.05.2019)

- Eesti meteoroloogia aastaraamat 2017. (2018). /Koost. K. Loodla, E. Tillmann, A. Kallis, R. Pärj, K. Vint, E. Juust, M. Krabbi, V. Šišova. Keskkonnaagentuur. (08.05.2019)
- Eesti meteoroloogia aastaraamat 2018. (2019). /Koost. K. Loodla, E. Tillmann, R. Pärj, K. Vint, E. Juust, M. Krabbi. Keskkonnaagentuur. (08.05.2019)
- Finn, C.E., Moore, P.P., Kempler, C.** (2007). Raspberry cultivars: What's new? What's succeeding? Where are breeding programs headed? - *Acta Horticulturae*. No. 777, pp. 33–40.
- Finn, C.E., Hancock, J.F.** (2008). Raspberries. In: J.F. Hancock (ed.). Temperate fruit crop breeding: germplasm to genomics. Netherlands: Springer, pp 359–392.
- Funt, R.C.** (2013). Pest and disease management. In: R.C. Funt, H.K. Hall (eds.). Raspberries. Oxfordshire: CABI, pp. 133–155.
- González, E.M., de Ancos, B., Cano, M.P.** (2002). Preservation of raspberry fruits by freezing: physical, physico-chemical and sensory aspects. - *European Food Research and Technology*. Vol. 215, pp 497–503.
- Graham, J. McNicol, R.J.** (1995). An examination of the ability of RAPD markers to determine the relationships within and between *Rubus* species. - *Theoretical and Applied Genetics*. Vol. 90, pp. 1128–1132.
- Graham, J., Smith, K., MacKenzie, K., Jorgenson, L., Hackett, C., Powell, W.** (2004a). The construction of a genetic linkage map of red raspberry (*Rubus idaeus* subsp. *idaeus*) based on AFLPs, genomic-SSR and EST-SSR markers. - *Theoretical and Applied Genetics*. Vol. 109, No. 4, 740–749 pp.
- Graham J., Hein I., Russell J., Woodhead M., Gordon S.C., Smith K., Jorgensen L., Brennan R., Powell, W.** (2004b). The use of genomics technologies in contemporary RUBUS and RIBES breeding programmes. - *Acta Horticulturae*. No. 649, pp. 319–322.
- Graham, J., Jennings, N.** (2009). Raspberry breeding. In: P.M. Priyadarshan S.M. Jain (eds.). Breeding Plantation Tree Crops: Temperate Species. New York: Springer, 233–248 pp.
- Graham, J., Woodhead, M.** (2009). Raspberries and Blackberries: The Genomics of *Rubus*. In: K.M. Folta, S.E. Gardiner. Genetics and Genomics of Rosaceae. New York: Springer Science + Business Media, 507–524 pp.
- Hanni, Liina.** (2001). Aedvaarikasortide kahjustuskindlusest Lõuna-Eesti tingimustes. (Magistritöö). Eesti Põllumajandusülikool, Agronoomia teaduskond, Taimekaitse instituut. Tartu.

- Heiberg, N., Standal, R., Måge, F.** (2002). Evaluation of red raspberry cultivars in Norway. - *Acta Horticulturae*. No. 585, pp. 199–202.
- Hendrick, U.P.** (1925). The small fruits of New York. Albany: J.B. Lyon. 820 pp.
- Hiirsalmi, H., Sako, J.** (1976). The nectar raspberry: *Rubus idaeus* x *Rubus arcticus*: a new cultivated plant. - *Symp. on Bre. and M. Harvest. of Rubus and Ribes*. (Ed. D. L. Jennings). Paper No. 60, pp. 151–158.
- Häkkinen, S.H., Törrönen, A.R.** (2000). Content of flavonols and selected phenolic acids in strawberries and *Vaccinium* species: influence of cultivar, cultivation site and technique. - *Food Research International*. Vol. 33, No. 6, pp. 517–524.
- Jennings, D.L.** (1966). The manifold effects of genes affecting fruit size and vegetative growth in the raspberry. - *New phytologist*. Vol. 65, no. 2, pp. 176–187.
- Jennings, D.L., Cormack, M.R.** (1969). Factors affecting water content and dormancy of overwintering raspberry canes. - *Horticultural Research*. Vol. 9, No. 1, p. 18.
- Jennings, D.L.** (1982). New raspberry cultivar Glen Moy. - *Report of the Scottish Crop Research Institute for 1981*. 71–72 pp.
- Jennings, D.L.** (1988). Raspberries and blackberries: their breeding, diseases and growth. London: Academic press. 230 pp.
- Jennings, D.L.** (2002). Breeding primocane-fruited raspberries at Medway fruits - progress and prospects. - *Acta Horticulturae*. No. 585, pp. 95–89.
- Jennings, N.** (2018). Advances in *Rubus* breeding. In: J. Graham, R. Brennan (eds.). Raspberry, breeding, challenges and advances, pp. 17–28.
- Joandi, A.** (2010). Spuhl-Rotalia. /Koost. A. Joandi (koost.). Tartu: Greif. 232 lk.
- Kask, K.** (1984). Eesti puuvilja- ja marjasordid. Tallinn: Valgus. 208 lk.
- Kask, K.** (2010). Puuviljandus Eestis: sordid ja aretajad. Tartu: Eesti Maaülikool. 211 lk.
- Kazakov, I.V., Evdokimenko, S.N., Skovorodnikov, D.N.** (2012). Breeding primocane raspberries in Russia. - *X Int. Rubus and Ribes Symp.* (Ed. B. Tanović), Belgium: Drukkerij Geers. Paper No. 946, pp. 167–170.
- Keep, E.** (1984). Breeding *Rubus* and *Ribes* crops at East Malling. - *Sci. Hort.* Vol. 35, pp. 54–71.
- Keep, E.** (1989). Breeding red raspberry for resistance to diseases and pests. - *Plant Breeding Revs.* Vol. 6, pp. 245–321.

- Kelt, K., Lamp, L., Piir, R.** (1997). Puuviljad, marjad, tervis: toiteväärtus, säilitamine ja kodune töötlemine. Tallinn: Valgus. 230 lk.
- Kempler, C, Hall, H., Finn, C.F.** (2012). Raspberry Breeding. In: M.L. Badenes and D.H. Byrne (eds.). Fruit Breeding. London: Springer, pp 290–289.
- Kerm, K.** (1967). Põllumajanduse kandidaat vanemteadur Johannes Parksepp 1967 (1925–1988). (Foto.)
- Kikas, A., Libek, A., Hanni, L.** (2002). Evaluation of raspberry cultivars in Estonia. - *Acta Horticulturae*. No. 585, pp. 203–207.
- Knight, V.H.** (2004). Rubus breeding worldwide and the raspberry breeding programme at Horticultural Research International, East Malling. - *Jugoslavia voćarstvo*. Vol. 38, No. 145–146, pp. 23-38.
- Knight, V.H., Fernandez, F.F.** (2008). New summer fruiting red raspberry cultivars from East Malling Research. - *Acta Horticulturae*. No. 777, pp. 173–176.
- Lācis, G., Dombrovska, I.K., Strautiņa, S.** (2017). Evaluation of Red Raspberry Cultivars Used for Breeding and Commercial Growing in the Baltic Region. - *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences*. Vol. 71, no. 3, pp. 203–210.
- Lewers, K., Saski, C.A., Cuthbertson, B.J., Henry, D.C., Staton, M.E., Main, D.E., Dhanaraj, A.L., Rowland L.J., Tomkins J.P.** (2008). A blackberry (*Rubus* L.) expressed sequence tag library for the development of simple sequence repeta markers. - *BMC Plant Biology*. Vol. 8, No. 1, p. 69.
- Lewis, D.** (1939). Genetical studies in cultivated raspberries. - *Journal of Genetics*. Vol. 38, No. 1, pp. 367–379.
- Lewis, D.** (1940). The relationship between polyploidy and fruiting habit in the raspberry. - *Proceedings of 7th International Genetics Congress*. 171 p.
- Libek, A-V., Eskla, V., Hanni, L., Vool, E., Niiberg, T.** (2003). Vaarkas aias ja köögis. Tallinn: Maalehe raamat. 183 lk.
- Liina Arus. (2017). - Eesti Teadusinfosüsteem. [WWW]
<https://www.etis.ee/Portal/Persons/Display/984b1eb5-87e1-44bd-ab95-d19f845c835f>
 (16.11.2017)
- Madiste, E.** (2015). Eesti isevarustatus põhiliste toiduainetega.
<https://blog.stat.ee/2015/09/15/eesti-isevarustatus-pohiliste-toiduainetega/> (20.03.2018)

- Mahepõllumajanduslik marjakasvatus. (2016). /Koost. A. Kikas, A. Libek, K. Kahu, T. Univer, M. Hiie, A. Luik, A. Vetemaa. Tartu: Eesti Mahepõllumajanduse Sihtasutus. 34 lk.
- Malowicki, S.M., Martin, R., Quian, M.C.** (2008). Comparison of sugar, acids, and volatile composition in Raspberry bushy dwarf virus-resistant transgenic raspberries and the wild type 'Meeker' (*Rubus Idaeus* L.). - *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 56, No. 15, pp. 6648–6655.
- Martin, R.R., Mathews H.** (2001). Engineering resistance to raspberry bushy dwarf virus. - *Acta Horticulturae*. No. 551, pp. 33–38.
- Mazur, S.P., Nes, A., Wold, A.-B., Remberg, S.F., Aaby, K.** (2014). Quality and chemical composition of ten red raspberry (*Rubus idaeus* L.) genotypes during three harvest seasons. - *Food Chemistry*. Vol. 160, pp. 233–240.
- Mathews, H., Wagoner, W., Cohen, C., Kellogg, J., Bestwick. R.** (1995). Efficient genetic transformation of red raspberry, *Rubus idaeus* L. - *Plant cell reports*. Vol. 14, No. 8, pp. 471–476.
- Maurer, K.** (1974). Frostscha den an Himbeerkulturen. - *Obst und Garten*. N. 2, S. 29.
- Mikulic-Petkovsek, M., Schmitzer, V., Slatnar, A., Stampar, F., Veberic, R.** (2012). Composition of sugars, organic acids, and total phenolics in 25 wild or cultivated berry species. - *Journal of food science*. Vol. 77, No. 10, pp. C1064–C1070.
- Mikulic-Petkovsek, M., Schmitzer, V., Štampar, F., Veberič, R., Koron, D.** (2014). Changes in phenolic content induced by infection with *Didymella applanata* and *Leptosphaeria coniothyrium*, the causal agents of raspberry spur and cane blight. - *Plant Pathology*. Vol. 63, No. 1, pp. 185–192.
- Milivojević, J., Nikolić, M., Radivojević, D., Poledica, M.** (2012). Yield components and fruit quality of florican e fruiting raspberry cultivars grown in Serbia. - *Acta. Horticulturae*. No. 946, pp. 95–99.
- Mills, C.** (2010-2018.) *Rubus idaeus* subsp. *Hortus Camdenensis*. <http://hortuscamden.com/plants/print/rubus-idaeus-l.-subsp.-vulgatus-var.-red-antwerp> (05.10.2018)
- Milutinović, M.D., Nicolić, M., Milivojević, J., Milutinović, M.M.** (2008). Growing primocane raspberry cultivars in Serbia. - *Acta Horticulturae*. No. 777, pp. 443-446.
- Mullen, J. McGinn, M.E.J. Lean, M.R. MacLean, P. Gardner, G.G. Duthie, Yokota T, Crozier A.** (2002). Ellagitannins, flavonoids, and other phenolics in red raspberries and their

- contribution to antioxidant capacity and vasorelaxation properties. - *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 50, No. 18, pp. 5191–5196.
- Nestby, R. and Kongsrud, K.L.** (1993). Effect of broadcasted and fertigated N and raised beds on yield and freeze injury of the red raspberry (*Rubus idaeus* L.). - *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*. Vol. 7, pp. 249–259.
- Nurmbarg, J.** (1911). Vabarnad. - *Aiatööleht*. Nr. 7.
- Olep, Kadri.** (2007). Sordi ja kasvatustehnoloogia mõju aedvaarika peamistele kahjustajatele. (Magistritöö). Eesti Maaülikool. Tartu.
- Oleskevich, C. Punja, Z.K., Shamoun, S.F.** (1996). The biology of Canadian weeds: 105. *Rubus strigosus* Michx., *Rubus parviflorus* Nutt., and *Rubus spectabilis* Pursh. - *Canadian journal of plant science*. Vol. 76, No. 1, pp. 187–201.
- Orzel, A., Simlat, M., Danek, J.** (2016). Directions in raspberry and blackberry breeding program. - *Acta Horticulturae*. No. 1133, pp. 29–34.
- Ots, A.** (2016). Üle poole Eesti viljapuudest ja marjapõõsastest kasvab koduaedades. Eesti statistika. <https://blog.stat.ee/category/pollumajandusstatistika/> (29.01.2019)
- Ourecky, D. K.** (1975). Brambles. In: J. Janic, J.N. Moore (eds.). *Advances in fruit breeding*. West Lafayette: Purdue University Press, pp. 98–129.
- Overcash, J. P.** (1972). Dorman red raspberry: new variety for Mississippi. - *Mississippi State University Agricultural and Forestry Experiment Station*. 793 p.
- Palonen, P. Junttila, O.** (2002). Carbohydrates and Winter Hardiness in Red Raspberry. - *Acta Horticulturae*. No. 585, pp. 573–577.
- Palonen, P.** (2006). Vegetative growth, cold acclimation, and dormancy as affected by temperature and photoperiod in six red raspberry (*Rubus idaeus* L.) cultivars. - *European Journal of Horticultural Science*. Vol. 71, No. 1, p. 1.
- Palonen, P., Pinomaa, A., Tommila, T.** (2017). The influence of high tunnel on yield and berry quality in three florican raspberry cultivars. - *Science Hortivulturae*. Vol. 214, pp. 180–186.
- Parksepp, Johannes.** (1967). Aedvaarika introduktiooni ja sordiuutimise tulemusi Eesti NSV-s. (Dokoritöö). Eesti NSV Põllumajanduse Ministeerium Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituut. Polli.
- Parksepp, J.** (1977). Vaarikad. Tallinn: Valgus. 143 lk.
- Parksepp, J.** (1985). Marjasordid Eestis. Tallinn: Valgus. 456 lk.

- Pattison, J.A., Samuelian, S.K., Weber, C.A.** (2007). Inheritance of phytophthora root rot resistance in red raspberry determined by generation means and molecular linkage analysis. - *Theoretical and applied genetics*. Vol., 115, No. 2, pp. 225–236.
- Phillips, K.M., Pehrsson, P.R., Agnew, W.W., Scheett, A.J., Follett, J.R., Lukaski, H.C., Patterson, K.Y.** (2014). Nutrient composition of selected traditional United States Northern plains native American plant foods. - *Journal of Food Composition and Analysis*. Vol. 34. No. 2, pp. 136–152.
- PM060: Viljapuu- ja marjaaiad maakonna järgi. (andmed uuendatud 13.02.2019) *Eesti statistika*. <http://andmebaas.stat.ee/Index.aspx?lang=et&DataSetCode=PM060#> (13.12.2017)
- Polli aiandusuuringute keskuse fotoarhiiv. Jaan Spuhl-Rotalia (1859-1916) õpetaja, aednik, kirjannees, rajas esimese pomoloogiaaia Eestis Vormsi saarele. (Foto).
- Polli sordiaretusandmekogu. (2016-2017). Üleskirjutis. Polli, Eesti Maaülikool, Põllumajandus ja -keskkonnainstituut.
- Reiling, B.A.** (2011). Feed Dry Matter Conversions. www.ianrpubs.unl.edu. University of Nebraska-Lincoln Extension. (29.01.2019)
- Remberg, S.F., Sønsteby, A., Aaby, K., and Heide, O.M.** (2010). Influence of Postflowering Temperature on Fruit Size and Chemical Composition of Glen Ample Raspberry (*Rubus idaeus* L.). - *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 58, No. 16, pp. 9120–9128.
- Riig, E.** (2011). Teadur Liina Aruse hoole all olev taasviljuv vaarikas annab põhisaagi just sügisel. (Foto.)
- Røen, D., Heiberg, N., Nestby, R.** (2002). Breeding for Root Rot Resistance in Red Raspberry. - *Acta Horticulturae*. No. 585, pp. 63–68.
- Russi, N.** (1976). Sordiaretus ja seemnekasvatuse. Tallinn: Valgus. 376 lk.
- Ruutiainen, J.** (1995). Vadelman viljely. Puutarhaliiton julkaisuja n:o 282. Helsinki 296s.
- Rätsep, R., Vinogradov, M., Arus, L., Kaldmäe, H., Aluvee, A., Kikas A.** (ilmumata). Comparison of Fruit Quality Parameters of Different Raspberry (*Rubus idaeus* L.) Genotypes Cultivated in Estonia. - *Acta Horticulturae*.
- Schwartz, Chester Druse** (1935). Rest period response and cold resistance in the red raspberry in relation to the breeding of hardy varieties. (Ph.D Thesis), State College of Washington, Pullman, Washington.
- Spuhl-Rotalia, J. G.** (1898). Kodumaa marjad. Viljandi: A. Peetsi trükikoda. 203 lk.
- Szajdek, A.; Borowska, W.J.** (2008). Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits: a review. - *Plant Foods for Human Nutrition*. Vol. 63, No. 4, pp. 147–156.

- Stephens, M. J., Scalzo, J., Alspach, P.A., Beatson, R.A., Connor, A.M.** (2009). Genetic variation and covariation of yield and phytochemical traits in a red raspberry factorial study. - *Journal of the American Society for Horticultural Science*. Vol. 134, No. 4, pp. 445–452.
- Stephens, M.J.** (2012). 'Wakefield' red raspberry. - *Hort. science*. Vol. 47, pp. 1556–1558.
- Strautiņa, S., Krasnova, I., Kalnina, I., Kampuss, K.** (2012). Results of Red Raspberry Breeding in Latvia. - *X Int. Rubus and Ribes Symp.* (Ed. B. Tanović), Belgium: Drukkerij Geers. Paper No. 946, pp. 171–176.
- Stüber, K.** (2018). Flora of Wisconsin, consortium of Wisconsin Herbaria. <http://wisflora.herbarium.wisc.edu/imagelib/imgdetails.php?imgid=15647> (05.10.2018)
- Swanson, J.-D., Carlson, J.E., Fernandez-Fernandez, F., Graham, J., Weber, C., Sargent, D.J.** (2011). Blackberries and Raspberries. In: K.M. Folta, C. Kole (eds.). *Genetics, Genomics and Breeding of Berries*. Enfield: Science Publishers, pp. 64-105.
- Säkö, J. and Hiirsalmi, H.** (1980). Winterhardiness and productivity of the red raspberry in Finland. - *Acta Horticulturae*. No. 112, pp. 221–227.
- Żurawicz, E., Masny, A., Kubik, J., Lewandowski, M.** (2017). Germination of red raspberry seeds as affected by origin and chemical scarification. - *Horticultural Science*. Vol. 44, No. 3, pp. 133–140.
- Talcott, S.T.** (2007). Chemical components of berry fruits. In: Y. Zhao (ed.). *Berry Fruit: Value-added Products for Health Promotion*. New York: CRC Press, pp. 51-68.
- Vaade Polli Katsebaasi peahoonele. (1967). - *Fotis: rahvusarhiivi fotoinfosüsteem*. http://www.ra.ee/fotis/index.php/et/photo/view?id=251032&_xr=5c6e642cde1c9 (21.02.2019)
- Wieloch, E.** (1960). *Gesund durch Obst*. Leipzig, 263 S.
- Vinogradov, M. (2013). Valitud seemikud GA1, GA2, GA3, I1, I2, I3. (2018). (Foto.)
- Vinogradov, Mailis.** (2017). Eestis aretatud maasika ja vaarika sordid ning nende keemilise koostise võrdlus looduslike liikidega. (Bakalaureusetöö). Eesti Maaülikool. Tartu.
- Viškelis, P., Bobinaitė, R., Rubinskiene, M., Sasnauskas, A., Lanauskas, J.** (2012). In: A.I.L. Maldonado (ed.). *Chemical composition and antioxidant activity of small fruits*. Rijeka: InTech, pp. 75–101.
- Ward, J.A., Bhangoo, J., Fernández-Fernández, F., Moore, P., Swanson, J.D., Viola, R., Velasco, R., Bassil, N., Weber, C.A., Sargent, D.J.** (2013). Saturated linkage map construction in *Rubus idaeus* using genotyping by sequencing and genome-independent imputation. - *BMC Genomics*. Vol. 14, No. 1, pp. 2-14.

- Woodhead, M., McCallum, S., Smith, K., Cardle, S., Mazzitelli, L., Graham, J.** (2008). Identification, characterization and mapping of single sequence repeta (SSR) markers from raspberry. - *Molecular Breeding*. Vol. 22, No. 4, pp. 555–563.
- Генкель, П. А., Окнина, Е.** (1964). Состояние покоя у морозоустойчивость плодовых пастений. М. 244 с. (venekeelne)
- Гришина, Е.К.** Морфологические особенности корневой системы малины. В кн.: Уч. зап. Саратовск. ун-та. Саратов, 1956, с. 51–62. (venekeelne)
- Закотун, В. С., Шарыгов, В. Н.** (1974). О взаимоотношении роста и развития надземной и корневой системы малины в годовом цикле. - “Изв. тимирязевск. с.-х. акад”. № 1, с. 105–113. (venekeelne)
- Пехото, Л. Т.** (1973). Отношение малины к местоположению и почве. - Вестн. с.-х. науки. № 12, с. 44–47. (venekeelne)
- Пехото, Л.Т.** (1968). Отношение малины к местоположению и почве. - Вестн. с.-х. науки, № 12, с. 44–47. (venekeelne)
- Спирин, В.В.** (1965). Северное садоводство. М. 144 с. (venekeelne)
- Шумейкер, Д. В.** 1958 Минеральное питание ягодных растений и бинограда. 562 с. (venekeelne)

LISA 1

Tabel 1. Vaarika standardsortimendi muutumine ja uurimisandmed aastatel 1939-1980 (*Allikas:* Parksepp, 1985)

Sordinimi	Sortimendi muutumine, aasta	Uurimiskoht, aastad	Viljade valmimine	Keskmine vilja mass	Keskmine põõsalt kg	saak
Deutschland	P (1939), T (1953)	A	18.07	3,7	0,9	
Lloyd George	PÕ (1939-1950) B (1951)	A	17.07	3,3	0,8	
Magnum Bonum	T (1939-1950)	A	16.07	1,9	0,6	
Marlboro	PÕ (1939-1953)	A	11.07	1,8	0,9	
Preussen	PÕ (1939-1962, R (1967-1980)	A	17.07	3,5	0,9	
Red Antwerp	P (1939)	A	18.07	2,1	0,8	
Cuthbert	T (1950)	A	21.07	1,9	0,6	
Novost Kuzmina	T (1950), PÕ (1951-1962), R (1967-1980)	A	11.07	2,5	1,4	
Progress	T (1950), PÕ (1951-1962), R (1967-1972)	A	17.07	3,2	1,3	
Volžanka	T (1950)	A	17.07	2,2	0,7	
Cornwalls Victory	T (1951-1962)	A	15.07	2,4	0,6	
Fastolf	P (1951-1953)	A	14.07	2,3	1,2	
King	PÕ (1951-1953), T (1957)	A	11.07	1,9	1,2	
Kolhoznitsa	P (1951-1953)	A	20.7	3,2	0,6	
Russkaja	P (1951-1953)	-	-	-	-	
Urožainaja	P (1951-1953)	A	20.7	2,9	0,7	
Herbert	P (1957), T (1962), R (1967-1980)	A	18.07	3,2	1,3	
Redpath	P (1957-1962)	-	-	-	-	
Slava severa	P (1957)	A	18.07	2,5	1,1	
Spirini 10	P (1957-1962)	A	13.07	1,8	1,3	

Spirini 14	P (1957)	A	13.07	1,9	1,2
Superlative	T (1957-1962)	A	21.07	4,2	1,0
Nagrada	RK (1980)	B	19.07	2,9	0,7
Norna	RK (1980)	B	20.07	4,7	0,5
Novokitaivska	R (1980)	B	22.07	3,5	0,9
Obilnaja	RK (1980)	B	19.07	3,1	0,7

Märkused:

PÕ - põhisort

T - täiendav sort

P- perspektiivsort

R - rajoonitud sort

RK - rajoonitud sortide kandidaat

A - Lõuna-Eesti, 1952-64

B - Lõuna-Eesti, 1976-80

LISA 2

Küsitluse terviktekst

Tere!

Olen Eesti Maaülikooli aianduse eriala magistri II kursuse tudeng Mailis Vinogradov. Koostan lõputööd teemal "Sordiaretuse suundumused ja seemikute võrdlev hindamine". Kuigi Statistikaameti kodulehel on olemas vaarika kasvupinnad ja toodang Eestis, siis kahjuks info kasvatatavate sortide kohta puudub täielikult ja sel teemal saab ainult spekulatsioonida. Soovin lisada oma töösse konkreetsete sortide nimistu, mida Eestis peamiselt kasvatatakse ja selleks oleks mul Teie abi vaja. Leidsin internetist, et te kasvatatakse vaarikaid ja oleksin väga tänulik, kui te võtaksite hetke oma ajast ning loetleksite, milliseid sorte kasvatate ja kas on mingi konkreetne põhjus, miks eelistate seda/neid sorte?

Lihtlitsents

Mina,

Mailis Vinogradov,

(autori nimi)

sünniaeg 18.05.1995,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö
„Vaarika sordiaretuse suundumused ja valitud seemikute võrdlev hindamine,

(lõputöö pealkiri)

mille juhendaja(d) on

Ave Kikas ja Liina Arus,

(juhendaja(te) nimi)

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega
isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____

(allkiri)

Tartu, _____

(kuupäev)

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri) (kuupäev)

(juhendaja nimi ja allkiri) (kuupäev)